

N° d'enregistrement
au C.N.R.S.
A. O. 5408

THÈSE

présentée à la
Faculté des Sciences de l'Université de Paris

pour obtenir

Le Grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Françoise BEUCHER

SUJET de la THESE : ETUDE PALYNOLOGIQUE DE FORMATIONS NEOGENES
ET QUATERNAIRES AU SAHARA NORD-OCCIDENTAL

Tome II

Soutenue le 9 Mars 1971 devant la commission d'Examen

M. J. PIVETEAU.....Président

M. G. LUCAS.....	} Examineurs
Mlle. H. ALIMEN.....	
Mme. M. VAN CAMPO....	
M. Ph. GUINET.....	

N° d'enregistrement
au C.N.R.S.
A. O. 5408

THÈSE

présentée à la
Faculté des Sciences de l'Université de Paris

pour obtenir

Le Grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Françoise BEUCHER

SUJET de la THESE : ETUDE PALYNOLOGIQUE DE FORMATIONS NEOGENES
ET QUATERNAIRES AU SAHARA NORD-OCCIDENTAL

Tome II

Soutenue le 9 Mars 1971 devant la commission d'Examen

M. J. PIVETEAU.....Président

M. G. LUCAS.....	} Examineurs
Mlle. H. ALIMEN.....	
Mme. M. VAN CAMPO...	
M. Ph. GUINET.....	



TROISIEME PARTIE

ETUDE PALYNOLOGIQUE STRATIGRAPHIQUE

Le contexte général climatique, floristique et phytogéographique dans lequel s'inscrit la région prospectée vient d'être précisé. Il a été fait état, également, des données paléobotaniques acquises relativement aux microflores quaternaires recueillies en divers secteurs sahariens, plus ou moins éloignés de celui, ici envisagé, au Sahara nord-occidental. La partie purement méthodologique de ces recherches a nécessité un exposé préliminaire indispensable à la compréhension des analyses qui vont suivre. Les résultats de l'étude palynologique, effectuée selon l'orientation essentiellement chronologique et stratigraphique précisée dès le début de ce mémoire, peuvent être à présent abordés.

Les formations néogènes et quaternaires, au sein desquelles ont été choisies les coupes échantillonnées en vue de l'analyse pollinique, sont géographiquement situées sur la figure 16. Les contours géologiques de la région représentée ont été empruntés à la Carte géologique établie par la Commission de la Carte du Quaternaire du Nord-Ouest de l'Afrique, de l'Union Internationale pour l'Etude du Quaternaire (Congrès de Paris, INQUA, 1969, Carte en voie de publication). Ceci justifie que les dépôts néogènes ne s'y trouvent pas différenciés du substratum primaire. D'autre part, l'échelle à laquelle ont été cartographiées les formations quaternaires, n'a pas permis d'individualiser chacun des deux cycles sédimentaires correspondant respectivement au Quaternaire ancien, moyen, récent et qui seront, par ailleurs, bien distingués au cours de la suivante étude (*cf.* "Introduction", fig. 3 et chapitre XII).

CARTE de SITUATION des PRELEVEMENTS ANALYSES

- | | |
|--|---|
|  Sebkhia |  Quaternaire moyen |
|  Ergs |  Quaternaire ancien |
|  Quaternaire récent |  Anté quaternaire
(Néogène compris) |

● : Emplacements des prélèvements

0 10 20 30km



HAMADA
DU

GUIR

Hassi Ali
Mazzer

BENI ABBE
GARA TAOURIRT

DJ. JABROUN

Zerhamra

Hassi Manda

Tabelbala

ERG

ER

RAOUI

ERG

EL
ATCHANE

O. Bouchama EL GOUIRA

O. Ali

Ougarta

ERG EL
ATCHANE

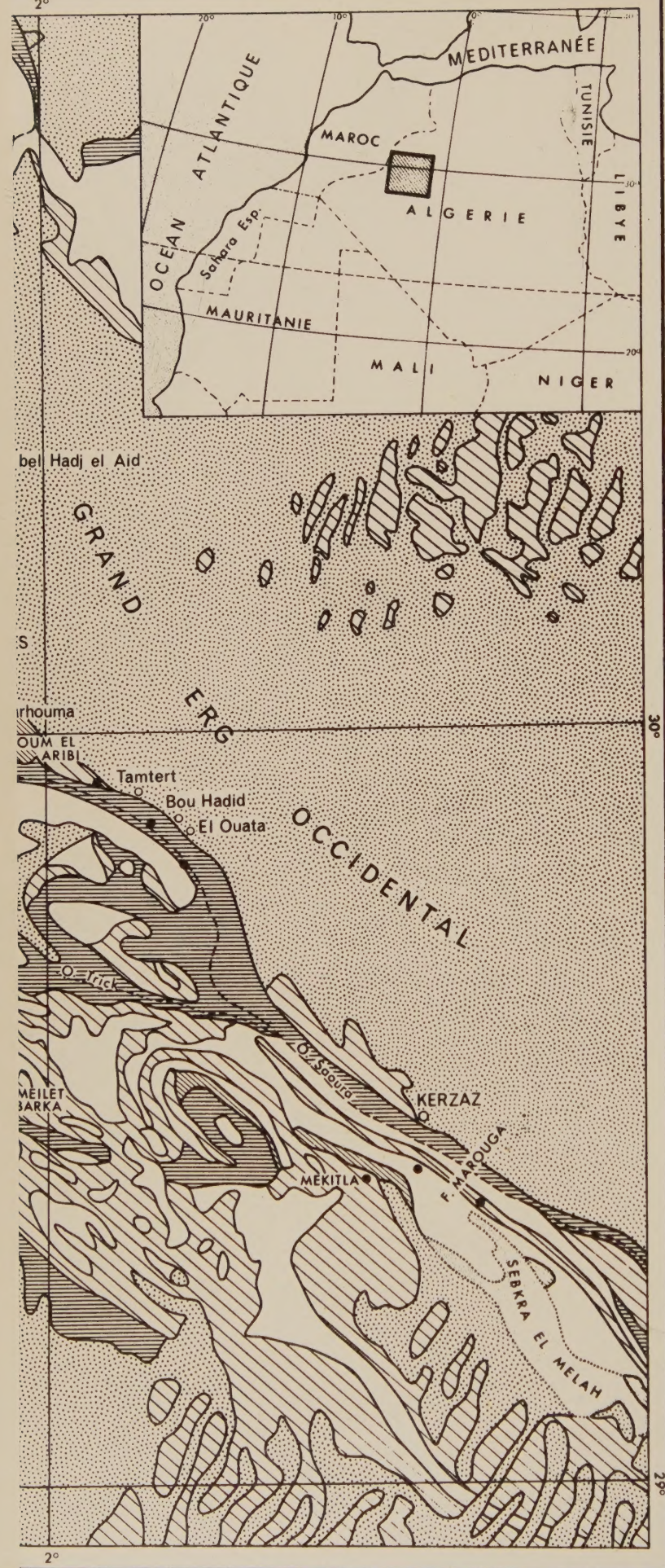


Fig.16 d'après la carte du Quaternaire de l'Afrique I.N.Q.U.A. 1969

CHAPITRE XI

LES FORMATIONS NEOGENES

Le caractère quelque peu particulier de la sédimentation néogène continentale, dans le bassin du Sahara nord-occidental, nécessite que soient précisés, préalablement à l'étude palynologique des dépôts qui en résultent, l'extension géographique et le mode de formation de ces derniers.

A - INTRODUCTION GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE A L'ETUDE DES FORMATIONS NEOGENES

I - SITUATION GEOGRAPHIQUE.

La Hamada du Guir représente l'extension, sur une distance de 200 km au Sud de l'Atlas saharien, de formations continentales d'âge tertiaire, plus précisément néogènes, recouvrant en discordance, dans la partie septentrionale du plateau, une série oligocène dite "Hamada à *Clavator*" (Hamada de Boudenib) et dans sa terminaison méridionale, les schistes siluro-dévonien de l'actuelle vallée de la Saoura et du piedmont d'Ougarta. Vers l'Ouest, le plateau hamadien atteint le Haut-Atlas marocain tandis qu'à l'Est il disparaît sous le Grand Erg occidental dont il constitue le soubassement.

Du Nord au Sud, encaissée dans ce plateau lui-même légèrement incliné vers le Sud, la très large vallée de l'oued Guir, puis celle plus étroite de la Saoura sont, par leurs dépôts, les témoins de l'histoire géologique de cette région au cours du Quaternaire : histoire complexe d'une succession de cycles climatiques liés vraisemblablement à des influences simultanées d'origine méditerranéenne et tropicale.

Les formations tertiaires de la Hamada du Guir constituent une unité morphologique bien définie au Nord des Monts d'Ougarta; elles n'en sont pas pour autant limitées au plateau hamadien : on les retrouve vers le Sud au-delà de l'actuelle falaise d'érosion qui, d'Est en Ouest, passe à une trentaine de km au Sud de Béni-Abbès et rejoint Oglat-Beraber (cf. figure 2). La moyenne vallée de la Saoura et les vallées intradjabelliennes des Monts d'Ougarta en portent des témoins souvent plaqués contre les formations paléozoïques et servant de base à des dépôts plus récents, d'âge quaternaire ancien ou moyen.

Ceci permit aux géologues de supposer qu'au cours des temps néogènes, les formations tertiaires hamadiennes devaient s'étendre beaucoup plus loin vers le Sud de Béni-Abbès, ennoyant les vallées intradjabelliennes et préfigurant ainsi un réseau fluvial qui devait évoluer progressivement au cours des temps quaternaires jusqu'à l'époque sub-actuelle.

II - DONNEES STRATIGRAPHIQUES ET SEDIMENTOLOGIQUES.

Elles seront situées dans le cadre plus général des connaissances acquises de l'ensemble des formations anté-néogènes et néogènes connues au Sahara nord-occidental.

1 - Bref rappel des événements géologiques secondaires précédant le Tertiaire dans cette région.

Les grandes lignes de cet aperçu sont empruntées à N. MENCHIKOFF (1952, 1957). A la suite des temps paléozoïques et de la mise en place des chaînes hercyniennes s'est instaurée, sur l'ensemble de la plateforme saharienne, une longue période continentale, déjà ébauchée au Carbonifère moyen et dont résulte une immense lacune stratigraphique séparant les plus récentes assises primaires des premiers dépôts mésozoïques marins qu'apporte, au Crétacé, la mer cénomaniennne. Cet épisode se traduit dans la morphologie par une pénéplation de la plateforme saharienne, affectant très particulièrement la région que concerne cette étude, le domaine Saoura-Monts d'Ougarta,

où l'on ne connaît pas de dépôts témoignant de la grande extension, au Crétacé inférieur, des formations continentales bien développées au SE de notre région (Continental Intercalaire) et dont on sait l'intérêt des flores fossiles qu'elles ont livrées.

Il est également important de préciser que la transgression céno-manienne n'a atteint que la partie tout à fait septentrionale du Sahara nord-occidental, s'épanouissant par contre largement au Sahara central et oriental. De cet épisode marin mésocrétacé témoignent de petites hamadas dites "hamadas inférieures".

C'est à la fin du Crétacé que la mer se retire définitivement du Sahara occidental vers la Méditerranée, alors qu'au Sahara oriental et central l'assèchement se poursuivra au cours du Tertiaire.

Ce bref rappel de l'histoire géologique du Sahara occidental, conduisant à la fin des temps secondaires a pour but de situer le contexte stratigraphique dans lequel s'insèrent les formations néogènes qui font l'objet de notre étude.

La zone de piedmont de l'Atlas saharien devient alors une dépression subsidente où s'installent des formations lacustres, relativement localisées et peu développées au cours de l'Eocène et de l'Oligocène, tandis qu'elles prennent une grande extension vers le Sud, au-delà des Monts d'Ougarta, à partir du Néogène.

2 - Connaissances acquises des formations néogènes de la Hamada du Guir et de leurs relations avec les dépôts tertiaires antérieurs.

Depuis plus d'un demi-siècle, géologues et géographes se sont attachés à l'étude des formations continentales de la partie nord-occidentale du Sahara.

Les premiers travaux sont ceux de G.B.M. FLAMAND (1911), N. MENCHIKOFF (1930), A. MEYENDORFF (observations inédites : 1938-1942), L. CLARIOND (1939), G. CHOUBERT (1945), J. HINDERMEYER (1950), R. LAVOCAT (1948-1954), P. JODOT ET R. LAVOCAT (1950), H. ALIMEN (1952), F. JOLY (1954), P. JODOT (1955).

Il n'est pas opportun de tracer ici l'historique de ces recherches. Nous voulons seulement préciser qu'elles ont conduit à distinguer et à dater les différentes unités sédimentaires que sont les Hamadas sud-marocaines, mal caractérisées en l'absence de fossiles en nombre suffisant, cette distinction étant faite compte tenu des quelques déformations plus ou moins nettement marquées par des discordances. En dépit de cette pauvreté en arguments d'ordre paléontologique les auteurs considèrent comme appartenant à une même unité morphologique d'âge mio-pliocène les Hamadas du Guir, du Dra et de la Daoura. La Hamada du Guir se trouvant datée par sa continuité avec la Hamada du Dra (R. LAVOCAT, 1954) dans laquelle avait été recueillie, précisément par R. LAVOCAT, une faune de Gastéropodes (*Limnaea bouilleti* MICH.) d'âge pliocène inférieur (P. JODOT et R. LAVOCAT, 1950, puis P. JODOT, 1955).

Au nombre des précédents travaux nous avons cité ceux de H. ALIMEN qui concernent particulièrement la région où se situe notre étude puisqu'ils ont permis de fixer, en 1952, les premières données d'une stratigraphie des formations néogènes de la Hamada du Guir et l'interprétation climatique que l'on pouvait déjà tenter à partir de cette étude. Ces recherches furent précisées par l'auteur (1957), poursuivies par N. DUBOIS-PAGE (1963), puis par J. CHAVAILLON (1964), enfin par G. CONRAD (1965, 1969). En élargissant le cadre géographique des précédents travaux, en multipliant les observations stratigraphiques au niveau d'un grand nombre de coupes, en étayant ce travail d'une étude pétrographique approfondie, G. CONRAD a contribué à donner une meilleure connaissance des formations néogènes de la Hamada du Guir. Son étude pétrographique est importante pour préciser les conditions dans lesquelles se poursuit ce long épisode sédimentaire. Enfin, il a proposé des limites paléogéographiques à une aire de sédimentation au sein de laquelle la Hamada du Guir n'apparaît que comme un secteur relictuel géographique-ment bien délimité.

Nous ne saurions ici entrer dans le détail des coupes décrites en de nombreux points, ni dans les quelques divergences de vue, d'expression ou de terminologie des auteurs, celles-ci n'étant pas fondamentales quant aux

formations, bien localisées, faisant l'objet de notre étude. Nous préciserons seulement que la nécessité d'adopter le terme global "Néogène" est liée au fait que le passage du Miocène au Pliocène, reconnu exceptionnellement grâce à une discordance au N. de la Hamada du Guir (HINDERMEYER, 1950), est quasiment imperceptible partout ailleurs si ce n'est peut-être en quelques points au voisinage de Béni-Abbès, sans que cette opinion toutefois réunisse l'accord des auteurs (H. ALIMEN, 1957; G. CONRAD, 1968, 1969).

De ce complexe détritique très largement répandu vers le Sud, reposant sur une surface morphologique établie au sein de la série paléozoïque, se dégagent deux caractéristiques : l'absence de fossiles déterminables et la grande homogénéité de faciès. Il est possible en effet de schématiser de la façon suivante les grands traits de la stratigraphie des formations néogènes telle qu'elle apparaît dans la Hamada du Guir:

- un conglomérat composé d'éléments issus du soubassement paléozoïque marque en général, à la base de la série, l'installation du régime lacustre.

- un complexe détritique, dénommé "torba", défini par G. CONRAD (1969, p. 304) comme un "grès argilo-carbonaté, faiblement consolidé, de couleur claire" représente la phase majeure de sédimentation au cours du Néogène.

- une dalle de calcaire dolomitique, silicifiée, repose sur la torba. Cette dalle se trouve située à Béni-Abbès 50 m environ au-dessus du cours actuel de l'oued Saoura.

Il y a accord de pensée entre les auteurs sur le fait que cette dalle silicifiée qui borde la falaise hamadienne à Béni-Abbès n'est qu'une dalle inférieure, le niveau le plus élevé des formations néogènes se trouvant, en deçà de Béni-Abbès vers l'Ouest et vers le Nord, représenté par une dalle silicifiée supérieure séparée de la précédente par de la torba. L'érosion intense, postérieure au dépôt de la dalle supérieure, a très largement démantelé celle-ci.

3 - La "torba" et les dalles hamadiennes : caractères pétrographiques et mode de sédimentation.

Nous emprunterons à G. CONRAD (1969) les principaux éléments de son étude pétrographique venant expliciter le mode de sédimentation des formations néogènes, problème que H. ALIMEN avait déjà précisément entrevu en 1952.

La "torba" est un dépôt lacustre, non stratifié, à caractère à la fois détritique accentué et chimique basique. De couleur claire, marquée de taches d'oxydes de fer et de manganèse, elle est en effet composée d'une fraction détritique grossière quartzeuse accompagnée d'éléments néoformés, carbonates (calcite et dolomite) et fraction argileuse (attapulгите, plus un petit nombre d'autres minéraux argileux). L'étude granulométrique et morphoscopique de la fraction quartzeuse révèle son origine éolienne. Des bancs à caractère plus nettement gréseux, des conglomérats à petits éléments ou des brèches de silex interviennent parfois dans ce faciès indiquant probablement que ces étendues lacustres peu profondes laissaient place à des bras dunaires et recevaient des apports détritiques grossiers, de surfaces restées émergées. Ceci est particulièrement sensible aux abords des Monts d'Ougarta.

Les dalles hamadiennes ont une composition pétrographique qui se différencie principalement de celle de la torba par les proportions relatives des constituants et leur évolution, postérieurement à la sédimentation. Ce sont des calcaires dolomitiques ou des dolomies calcarifères dans lesquels la fraction détritique se trouve réduite. Parmi les minéraux argileux, la montmorillonite accompagne l'attapulгите. Des phénomènes de silicification secondaires, néogènes ou plus tardifs, caractérisent ces formations qui, pétrographiquement, marquent, selon G. CONRAD, une accentuation des caractères chimique et lacustre de la sédimentation.

4 - Conclusion et limites paléogéographiques des formations néogènes.

Il était important de rappeler ici l'origine partiellement chimique des formations néogènes caractérisées par la néo-formation de carbonates (calcite, dolomite) et d'argiles (attapulgite principalement), ne pouvant s'effectuer que dans un milieu lacustre qui, de toute évidence, est resté très peu profond pendant la majeure partie du Néogène, si ce n'est lors du dépôt des calcaires hamadiens. H. ALIMEN (1952) évoque, au sujet des bancs de grès intercalés dans la torba, la présence de "dunes émergeant d'un lacs de bras et de cuvettes lacustres dont la région du Tchad donne actuellement l'image". Ceci laisse entrevoir les conditions climatiques qui devaient régner sur cette région de la Saoura et des Monts d'Ougarta, qui n'était alors qu'un secteur d'un immense domaine lacustre recouvrant le Piedmont sud-atlasique, les futurs bassins quaternaires du Dra et de la Saoura, la région située au sud du Grand Erg (Hamada Chammar) et la partie septentrionale de l'Erg Chech actuel (Hamada Grizim en bordure des Eglab, Hamada de Tiouririne, témoins néogènes du Touat). Notons que l'épaisseur des dépôts néogènes marque une nette décroissance au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la dépression sud-atlasique ou les phénomènes de subsidence jouaient sans doute de façon non négligeable. Les témoins néogènes les plus méridionaux ont une épaisseur réduite et se trouvent souvent au contact du Crétacé continental.

III - LOCALISATION DES COUPES ETUDIEES.

Les prélèvements ont été effectués en divers points de la falaise hamadienne, également dans les vallées des Monts d'Ougarta. Cinq points d'échantillonnage ont été choisis (cf. figure 16) :

- la falaise hamadienne face à l'oasis de Béni-Abbès
- la falaise en bordure du Djebel Jabroun
- les dépôts néogènes au débouché de l'oued Trick dans la vallée de la Saoura, au niveau de la Sebkhah de Guerzim

- au Foum Marouga (Sud de Kerzaz), dans le couloir Lagardette
- dans la Sebkhah el Mellah, au coeur des Monts de Kerzaz, au droit du col de Kerzaz.

B - LES FORMATIONS NEOGENES A BENI-ABBES.

La piste qui, venant du Nord, conduit à Béni-Abbès, quitte le sommet de la Hamada pour s'enfoncer dans les formations néogènes, puis paléozoïques, avant de rejoindre le cours actuel de la Saoura qu'elle doit franchir pour atteindre l'oasis, située sur la rive gauche de l'oued (pl. V. figure 1). Huit prélèvements en série ont été recueillis sur une hauteur de 20 mètres depuis le sommet de la falaise que longe la piste (figure 17). Ils se situent de la façon suivante à partir de la dalle de meulière supérieure :

- 8 : prélèvement dans la dalle de meulière grise, compacte, très dure, dans laquelle ont été recueillis en 1966 par H. ALIMEN, des restes de Gastéropodes malheureusement en très mauvais état et qui n'ont pu être déterminés.
- 7,6 : prélèvements espacés de 2 m environ dans une épaisseur de 5 m. de "torba".
- 5 : prélèvement au niveau de l'intercalation d'un banc de grès blanc, dur, dont les grains de quartz sont éolisés.
- 4,3,2,1 : prélèvements répartis dans les 12 mètres de "torba" formant la base de la partie accessible du Néogène. Au niveau de 2 et 1 la "torba" présente des concrétions sableuses colorées en rose.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

L'analyse pollinique a été faite sur des quantités de sédiment variant de 150 à 200 g avant traitement chimique. Les résultats de l'analyse sont rassemblés dans le tableau IV. Une vue d'ensemble de ce tableau permet un certain nombre d'observations dont la première est d'ordre quantitatif : seuls les échantillons 3, 4, 5, 8 ont livré des pollens, respectivement 59, 71, 114 et 50, de sorte qu'il n'est possible d'effectuer de pourcentages que pour

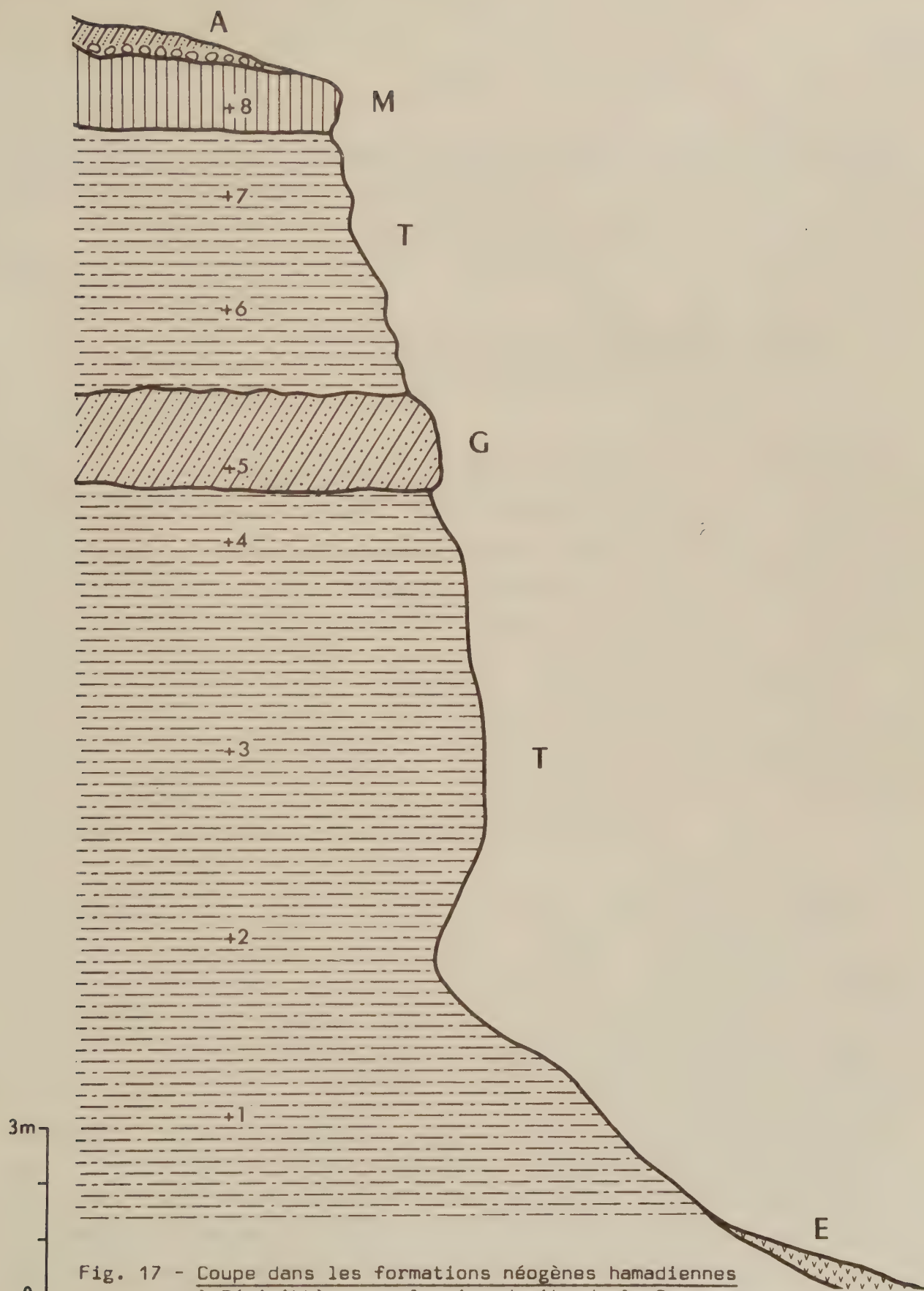


Fig. 17 - Coupe dans les formations néogènes hamadiennes à Béni-Abbès, sur la rive droite de la Saoura
 A : Aïdien - M : Meulière - T : "torba" - G : Grès - E : éboulis masquant la base des formations néogènes - 1 à 8 : prélèvements destinés à l'analyse pollinique.

l'échantillon 5. Il apparaît donc une grande pauvreté de la flore pollinique par rapport aux quantités de sédiment traitées.

Du point de vue botanique, l'analyse met en évidence les points suivants :

- 1 - Présence, dans la microflore pollinique déterminée dans la "torba" (en 3 et 4), de deux pollens d'essences d'origine tropicale.

a) Un pollen du genre *Rhus* (Anacardiaceae) a été étudié en comparaison des pollens d'une dizaine d'espèces de ce genre, originaires des régions méditerranéenne (nord-africaine notamment : *R. coriaria*, *R. pentaphylla*, *R. tripartitum* = *R. oxyacantha*, cette dernière étant également saharienne) et tropicale (entre autres espèces : *R. longipes*, *R. natalensis*, *R. abyssinica*). La longueur de l'axe polaire du pollen fossile, remarquablement faible ($P = 22 \mu$), semble exclure que celui-ci représente l'une des espèces nord-africaines actuelles, mais par contre le rapproche des pollens des trois espèces sus-citées parmi les tropicales, sans que pour autant ce seul critère suffise à préciser une détermination spécifique. Il engage seulement à penser que l'espèce représentée dans la microflore doit être considérée comme un élément à caractère tropical plutôt que méditerranéen.

Actuellement sont signalées, en Afrique tropicale de l'Ouest, par J. HUTCHINSON et J.M. DALZIEL (1958) deux espèces, *Rhus longipes* et *Rhus natalensis*, la plus septentrionale étant *R. longipes*, arbuste ripicole, noté au Cap Vert mais atteignant à cette latitude la limite de son extension vers le Nord. En cette région la pluviosité moyenne annuelle est voisine de 500 mm. *R. natalensis* présente une répartition nettement plus méridionale. Il est remarquable que le genre *Rhus* ne figure pas dans l'étude de la flore du Sénégal faite par J. TROCHAIN (1940). Par contre *R. longipes* y est décrit par J. BERHAUT (1967). Notons qu'en 1950, A. AUBREVILLE signalait la représentation, relativement faible, de *Rhus* en Afrique occidentale, selon les deux espèces précédemment citées, panafricaines et considérées comme originaires d'Afrique orientale et australe où elles sont plus communes.

b) Un pollen de la famille des Euphorbiacées semblerait pouvoir être rapporté à un genre dont l'origine serait particulièrement intéressante, mais ne manque pas de poser un problème. L'ensemble de ses caractères répond à la description et à la figuration du pollen de *Chaetocarpus africanus* Pax, donnés par L. BERTRAND (1964, pl. 107). Le pollen fossile (pl. XI, figure 1-3) est tricolporé, longiaxe ($P = 34 \mu$), trilobé en vue polaire. L'exine, très finement aréolée, montre en coupe des columelles dont les têtes sont soudées par groupes. Elle est légèrement plus épaisse au niveau du seul pôle visible qu'à l'équateur. L'ectoaperture est linéaire à la surface du pollen et très longue. L'endoaperture, peu nettement apparente, est un pore elliptique, allongé selon l'axe des pôles. De part et d'autre de ce pore et de l'ectoaperture se dessinent des replis internes d'endexine. *Chaetocarpus* est un genre pantropical comptant une dizaine d'espèces dont la seule présente en Afrique est celle précédemment citée. Son actuelle localisation dans les forêts-galeries et, déjà, au Sud de l'équateur (Bas-Congo, région de Kabasha, Gabon, Angola, Rhodésie du Nord) (J.P. LEBRUN, communication orale, 1970) engage tout de même à une certaine réserve quant à l'identification du pollen fossile à celui de cette espèce tropicale, sud-équatoriale, qui a servi de référence et avec lequel cependant, bien des critères morphologiques donnent des raisons de le comparer. Dans une publication préliminaire à l'étude de l'ensemble des formations ici envisagées (F. BEUCHER, 1967), nous avons noté la présence de *Chaetocarpus* sans exprimer cette réserve dont cependant nous éprouvions déjà la nécessité. Une récente observation au microscope de comparaison, des pollens fossile et actuels en question, a quelque peu accentué cette hésitation, essentiellement fondée sur la finesse de structure de l'exine et la taille de l'endoaperture. On peut penser toutefois que ces remarques ne suffisent pas à exclure que le pollen fossile puisse appartenir au genre présumé et pour cette raison, il est signalé, dans le tableau d'analyse, avec toute la prudence qui convient. S'il devait se confirmer qu'il ne s'agisse pas effectivement du genre *Chaetocarpus*, il ne fait quasiment aucun doute que le pollen représente une essence parmi les Euphorbiacées, sûrement tropicale, car il ne peut être question d'aucune des espèces de cette famille, actuellement connue du moins, en région plus septentrionale :

	3 ("torbe")	4 ("tor- ba")	5 (grès)	8 (Meulière)
<u>Eléments d'origine tropicale :</u>				
<i>Rhus</i> (Anacardiaceae)		1		
Euphorbiacées (<i>Chaetocarpus</i> ?)	1			
<u>Eléments d'origine mésogéenne :</u>				
- à caractère tempéré :				
<i>Taxus</i>				1
<i>Castanea</i>		1		
- à caractère méditerranéen s.s.				
<i>Cedrus cf. atlantica</i>		2		
<i>Pinus</i> (3 esp. ?)	2		3	2
<i>Juniperus cf. phoenicea</i> (Cupressacées)			1	
<i>Quercus</i> type "ilex"	2	4	3	
autres <i>Quercus</i> (dont <i>Q. mirbeckii</i> ?)			2	1
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :				
<i>Ziziphus Lotus</i>	1	1		
<i>Ephedra cf. alata</i>	8	13	31	
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	3	7		
autres Chénopodiacées (<i>Cornulaca p.p.</i> + <i>Haloxylon</i>)	1	12	8	
Composées tubuliflores	11	6	19	
Composées liguliflores	2			
<i>Artemisia</i> (Composées)	7			
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)		7	1	
Graminées	4	1	18	44
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	1	1		
<i>Plantago</i>	1			
Ombellifères (plusieurs esp.)	3	1	2	
Rosacées (non <i>Neurada</i>)	1			
Crucifères	1			
Indéterminés	6	1	2	
Indéterminables	4	13	21	2
<u>Nombre de pollens comptés</u>	59	71	114	50
% des éléments d'origine tropicale			0	
% des éléments à caractère tempéré			0	
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.			28%	
% des éléments à caractère arborescent ou arbustif			< 8%	

Tableau IV. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes de la Hamada du Guir à proximité de Béni-Abbès.

Afrique du Nord ou Sahara (*Euphorbia*, *Andrachne* notamment). Les publications essentielles de K. PUNT (1962) et de E. KOHLER (1965) relatives aux Euphorbiacées, ainsi que l'observation d'un assez grand nombre de pollens de référence ont étayé notre tentative de détermination. Nous avons exclu la possibilité qu'il s'agisse d'un pollen de *Sapium ellipticum* dont la forme de l'aperture est proche de celle du pollen fossile. Parmi le grand nombre des espèces de *Phyllanthus*, il n'est évidemment pas impossible que quelqu'une d'entre elles réponde, de fait, à l'identification que l'on recherche. Cependant toutes les espèces dont nous avons observé le pollen ont été éliminées en raison de la morphologie du système apertural, de l'endoaperture notamment. Dans l'état actuel des recherches qui ont été possibles, il subsiste que le pollen actuel de *Chaetocarpus africanus* est celui dont le fossile est le plus voisin.

Il semble d'après la carte pluviométrique dressée pour l'ensemble du continent africain par J.D. DESMOND CLARK (1967), que l'on puisse situer aux alentours de 1000 mm, la valeur minimum de la pluviosité dans les régions où se trouve localisé *Chaetocarpus africanus* dans le présent. Le Nord de la Rhodésie, une partie de l'Angola ainsi que le Bas-Congo paraissent bénéficier d'une pluviosité annuelle de l'ordre de 1000-1400 mm, alors qu'en certains secteurs de ces régions, ces valeurs s'abaissent jusqu'à 800 mm. La région de Kabasha, à moins de 50 km au Sud du Lac Edouard, recevrait également cette quantité de pluies annuelles. La carte indique, pour le Gabon, une humidité par contre nettement supérieure. Il est un peu délicat de chercher à relever des valeurs qui requièrent une certaine précision à partir d'une carte dressée à si grande échelle. Nous pensons cependant que, grâce à quelques points plus précis servant de repères, l'évaluation ici proposée reste convenable. D'autre part il est intéressant de savoir que *Chaetocarpus africanus* entre essentiellement dans la composition des forêts-galeries.

2 - Présence, dans la microflore pollinique de *Taxus* et *Castanea*, éléments à caractère tempéré, mais habitant aussi actuellement l'Afrique du Nord (cf. chapitre IV). Les renseignements recueillis par P. QUEZEL et S. SANTA (1962), précisent également que *Castanea sativa* est spontané, bien

que très rare, sur le massif de l'Edough, dans le secteur biogéographique numidien (de Philippeville à la frontière tunisienne). La très faible représentation de chacune de ces deux essences par un pollen unique, dans la "torba" ou la dalle de meulière, est à noter.

3 - Permanence, à travers les différents niveaux, d'éléments à caractère méditerranéen s.s.

a) Cedrus - Deux pollens très déformés du niveau de grès ont été rattachés à ce genre, après hésitation. Toutefois l'épaisseur de la calotte, légèrement festonnée, et la structure du réseau des ballonnets, pourtant assez altérée, nous ont engagée à les déterminer comme des pollens de Cèdre à rapprocher de l'espèce "*atlantica*". La taille également est faible mais reste dans les limites observées chez les pollens actuels de ce genre (B. AYTUG, 1961).

b) Le genre *Pinus* est présent en 3, 5 et 8. L'état de conservation des pollens qui se présentent le plus souvent sous l'aspect d'un corps isolé, auquel reste parfois attaché un ballonnet, tandis que l'on retrouve des ballonnets détachés des grains, ne permet jamais de donner pour un même pollen un ensemble de caractères conduisant à une diagnose très précise. Nous pensons pouvoir dire toutefois que :

- tous les pollens appartiennent au type "diploxyton"

- d'après leur taille variant de 36 à 55 μ , d'après la forme du corps des grains en vue latérale ou polaire, d'après l'épaisseur de l'exine sur la calotte et l'existence, ou non, de crêtes marginales, trois espèces au moins sont représentées, aucune d'elles ne pouvant correspondre à *Pinus cf. halepensis*.

La structure de l'exine des ballonnets, relativement confuse consécutivement à l'altération des pollens ne semble pas, en effet, permettre de reconnaître cette espèce. Pour la même raison, il est difficile d'affirmer que, parmi les trois espèces distinguées, *Pinus* type "*laricio*" soit sûrement représenté. De fait, se trouve posé ici le problème de l'appartenance

du genre *Pinus* à un groupe d'éléments à caractère méditerranéen s.s. Il s'agit peut-être d'espèces étrangères à la flore actuelle nord-africaine et qui seraient plus à leur place dans le groupe des éléments à caractère tempéré. Rien ne permet de le préciser.

c) La famille des Cupressacées n'est qu'une fois représentée par un pollen de 27 μ , dont les granulations, assez grosses, sont denses et irrégulièrement réparties, principalement sur un hémisphère du pollen. La densité des granulations exclut qu'il s'agisse d'un pollen de *Callitris articulata* ou de *Cupressus sempervirens*, espèces sèches nord-africaines actuellement, bien que la taille de leur pollen corresponde à celle du fossile. Il semble que l'on puisse avec quasi-certitude reconnaître *Juniperus phoenicea*, espèce à la fois remarquablement "plastique", la plus xérophile parmi les genévriers et la plus adaptée au milieu déjà désertique des basses pentes méridionales de l'Atlas.

d) *Quercus* - Le type "*ilex*" est le mieux représenté, certains pollens se rapprochant plus précisément du *Quercus coccifera* actuel. Parmi les autres *Quercus* n'appartenant pas à ce type, il est une forme qui ferait penser à *Quercus mirbeckii*, si le triangle polaire n'était pas si petit (5 μ de côté). *Q. mirbeckii* est une espèce vivante actuellement en Afrique du Nord, en Espagne, au Portugal.

4 - Développement important du groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen.

A propos de ce groupe d'éléments une distinction est évidente entre la microflore présente dans la "torba" et le banc gréseux et celle, relativement pauvre il est vrai, déterminée dans l'échantillon de la dalle de meulière.

a) dans la "torba" et le banc gréseux, les éléments ici envisagés montrent une certaine variété :

- *Ziziphus lotus*, *Artemisia*, le petit nombre des Ombellifères dont nous avons vu antérieurement qu'elles sont actuellement absentes du Sahara,

ainsi qu'une Rosacée autre que le genre *Neurada* (seul représentant saharien, typiquement désertique, de cette famille) constituent, parmi les essences déterminées, la fraction la plus "méditerranéenne" de ce groupe composite d'éléments.

- la fraction "désertique" de la microflore pollinique compte peu de Chénopodiacées halophiles (type "*Atriplex*"), un petit nombre de pollens, d'une Chénopodiacée psammophile (*Cornulaca monacantha* p.p.). Notons qu'*Haloxylon*, élément de transition entre la steppe méditerranéenne et la steppe saharienne est présent, semble-t-il, dans la "torba" (en 4) au nombre des Chénopodiacées non halophiles. Il est évident que l'élément le plus significatif du point de vue édaphique est ici *Ephedra* cf. *alata*. Présente dans la "torba", cette espèce prend une importance non négligeable dans l'analyse de l'échantillon gréseux, qui seule a permis l'établissement de pourcentages. *Ephedra* cf. *alata* y représente 27% de la microflore pollinique tandis que Graminées et Composées (autres que *Artemisia*), dont nous avons vu la difficulté d'interpréter la signification de leur présence, faute de déterminations précises possibles, comptent respectivement pour 16% de cette microflore.

Résumons ainsi les pourcentages dominants calculables dans la seule analyse de l'échantillon gréseux :

<i>Ephedra</i> cf. <i>alata</i>	≈ 27%
Chénopodiacée psammophile (<i>Cornulaca monacantha</i>)	7%
Chénopodiacées halophiles	0%
Composées (non <i>Artemisia</i>)	≈ 16%
Graminées	≈ 16%

b) malgré sa pauvreté, la composition de la microflore identifiée dans l'échantillon de meulière n'en est pas moins notable. Il est remarquable en effet que parmi les 50 pollens comptés, 44 appartiennent à la famille des Graminées, accompagnés seulement du très petit nombre de pollens d'espèces arborescentes, rassemblant *Taxus*, *Pinus* (détermination spécifique discutée précédemment) et *Quercus* (non "*ilex*"), éléments dont il est

bien permis de mettre en doute le caractère autochtone. Du sédiment secondairement meuliérisé, il semble donc que tout élément supposé "*in situ*", autre que la microflore graminéenne soit absent. On se souvient alors avoir évoqué, à propos de l'étude morphologique des pollens de Graminées, l'impossibilité de déterminer leur appartenance à une flore sèche, plus ou moins psammophile, ou à une flore hygrophile. Nous verrons comment ce développement apparemment abondant des Graminées peut peut-être ici trouver une signification.

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

Faute de pouvoir évaluer un plus grand nombre de pourcentages, on se trouve limité dans la possibilité de comparaison des microflores polliniques pauvres, décelées à travers les analyses envisagées. Il ne semble pas impossible toutefois d'exprimer à la suite de celles-ci, quelques éléments de compréhension de la composition de la microflore en question, en se situant dans le contexte géologique et paléogéographique qui a été rappelé, en introduction à cette étude consacrée aux formations néogènes. La coupe étudiée à proximité de Béni-Abbès traduit l'évolution des phénomènes sédimentaires en ce point précis de l'immense zone à caractère lacustre qui occupait, au cours des temps néogènes, le piedmont de l'Atlas saharien, atteignant et dépassant vers le Sud les Monts d'Ougarta dont les vallées, nées de systèmes d'érosion antérieurs, se trouvaient alors ennoyées. A Béni-Abbès, on se trouve, à vol d'oiseau, à 150 km des pentes méridionales de l'Atlas et, suivant une direction NE-SW, à 30 km au moins des premiers djebels (Monts de Zerhamra) marquant la proximité des Monts d'Ougarta, dont on n'atteint les chaînes principales qu'une vingtaine de km au-delà de ces reliefs précurseurs (cf. figure 2). Il faut donc imaginer qu'une distance de 50 km séparait la zone de sédimentation ici envisagée, des djebels les plus élevés. Ceux-ci dominaient probablement de quelques 250 à 300 m au maximum, des cuvettes lacustres peu profondes, séparées par des bras dunaires émergés dont témoigne, précisément, le banc gréseux intercalé dans la "torba", au sein de la coupe étudiée.

C'est à ce long épisode lacustre que nous devons rapporter la sédimentation de la microflore pollinique déterminée dans les échantillons de "torba" et de grés. Dans ce contexte sédimentaire, dont résulte un faciès relativement homogène ("torba"), seulement interrompu par des intercalations de dépôts détritiques plus grossiers, ne correspondant qu'à des phénomènes locaux (banc gréseux notamment), il est relativement aisé de comprendre la composition du groupe des éléments désertiques-sub-méditerranéens-méditerranéens, en envisageant globalement les analyses des échantillons 3, 4, 5.

La présence d'*Ephedra cf. alata* est naturellement liée à l'émersion de formations sableuses et la valeur notable du pourcentage selon lequel cette espèce est rencontrée dans l'échantillon gréseux s'explique d'autant mieux que ce dernier témoigne de la fossilisation de l'un des bras dunaires séparant les nappes lacustres, ainsi que la végétation qu'il portait. Il est permis de penser que les 16% de pollens de Graminées sont issus d'espèces psammophiles installées sur les sables.

Le petit nombre des pollens de Chénopodiacées correspondant probablement au genre *Cornulaca* se trouve justifié de la même façon. Par contre, la très faible quantité de pollens de Chénopodiacées halophiles reconnus dans la "torba" et leur absence dans le banc gréseux (échantillon le moins pauvre en pollens), laisse présumer d'un milieu peu favorable à leur développement, milieu à caractère évaporitique très atténué vraisemblablement. Or ceci est important, car l'absence de manifestations, à travers la microflore, de phénomènes d'évaporation accentués suggérerait une humidité suffisante, ne s'opposant cependant pas au maintien d'*Ephedra cf. alata*. Certes la permanence de ces étendues lacustres suppose une compensation des effets asséchants de températures probablement élevées, sous ce climat qui, a priori, semble marqué d'une nuance désertique manifestée par la présence d'*Ephedra cf. alata*. G. CONRAD (*loc. cit.*) justifie l'extension de ces lacs en les considérant comme des dépendances des régions atlasiques. L'importance des apports hydriques dûs à des pluies locales est seulement suggérée par le caractère "semi-aride" dont l'auteur qualifie le

climat qui aurait présidé à ce long épisode sédimentaire. A partir du moment où devient évidente l'intervention, dans la microflore pollinique, d'éléments actuellement absents de la région envisagée, il s'impose de préciser ce que signifie cette "semi-aridité". Nous nous trouvons en présence du problème de la juxtaposition d'essences aux exigences biologiques parfois éloignées, problème qui a fait l'objet de réflexions préliminaires, exprimées et discutées dans le chapitre précédant la partie analytique de ce mémoire (cf. chapitre X).

De fait, si nous avons pensé nécessaire de situer la coupe étudiée à Béni-Abbès, dans un contexte paléogéographique dans lequel devront être également re-placées chacune des autres coupes, peut-être n'est-il pas judicieux de discuter ici du problème précis de la juxtaposition, dans la microflore, d'éléments d'origines diverses, dans le cadre de la seule étude du Néogène de Béni-Abbès. En effet, l'homogénéité sédimentaire des formations de cet âge et l'unité de leur extension géographique, créent un contexte géologique et sédimentologique très général, valable pour l'ensemble des coupes étudiées, avec cette seule réserve que celles-ci se trouvent plus ou moins éloignées des Monts d'Ougarta, ce qui peut nécessairement influencer la composition des microflores polliniques fossilisées. Ces remarques suggèrent alors plutôt de nous limiter, au niveau de l'ensemble des microflores reconnues en chacune des séries stratigraphiques envisagées, à mettre en évidence cette juxtaposition d'éléments différemment exigeants du point de vue écologique, nous réservant de proposer, sous forme de conclusion générale à l'étude des formations néogènes, une synthèse des faits observés en chaque coupe et un essai de compréhension de ces derniers. Ce choix auquel nous avons été naturellement amenée au moment où nous tentions d'interpréter la composition des microflores reconnues dans la "torba" et les grès échantillonnés à Béni-Abbès, n'exclut aucunement les discussions suggérées par chacune des analyses, dont il est probable que nous tirerons quelque enseignement.

Ainsi, relativement au Néogène étudié à Béni-Abbès, compte tenu des remarques déjà faites à propos de l'élément à caractère plus "désert-

tique", compte tenu également de l'option que nous venons de prendre et sans négliger les données fournies par l'unique échantillon de meulière contenant des pollens, précisément issu du sommet de cette coupe, il est possible de résumer les principales réflexions que permet l'examen des microflores analysées :

1 - La microflore pollinique sédimentée au cours de l'épisode lacustre dont résulte la formation de la "torba", sporadiquement interrompue de passées détritiques grossières, manifeste, dans sa composition, l'intervention d'éléments d'origines diverses :

a) Dans la mesure où des pourcentages sont calculables (échantillon gréseux : 5) *Ephedra cf. alata* apparaît comme un élément "désertique" dominant (27% de l'ensemble de la microflore) caractérisant bien le milieu particulier que représente quelque petite dune émergeant des eaux lacustres, milieu propre au développement d'une flore psammophile comptant également *Cornulaca monacantha* (Chénopodiacee peu abondante), des Graminées et peut-être des Composées. Les analyses de "torba" reflètent d'ailleurs la présence de tous ces éléments. L'absence de Chénopodiacees halophiles semble indiquer des conditions édaphiques impropres à leur développement. Notons que *Paronychia arabica*, espèce plutôt inféodée aux regs, ne vit que là où elle trouve un peu d'eau.

b) A côté de cette microflore traduisant la présence d'espèces essentiellement liées à des conditions de milieu, espèces dont nous nous souvenons qu'*Ephedra cf. alata* a suscité antérieurement l'important problème des conditions climatiques limites permettant sa survie, quelques éléments sont plus sûrement méditerranéens (Rosacée, Ombellifères, certaines *Artemisia*) ou adaptés à une amplitude certaine des conditions d'humidité (*Artemisia herba-alba* ?, *Ziziphus lotus* supportant jusqu'à 400 mm de pluies annuelles, mais également capables de résister à la sécheresse de la zone nord-saharienne).

La présence de *Quercus* type "*ilex*" dans la microflore suppose, rappelons-le, un minimum d'exigences hydriques correspondant à une pluviosité

envisagé est de l'ordre de 500-600 mm. de pluies annuelles, mais il ne doit pas échapper ici que ces deux essences sont, dans la nature actuelle, soumises à un régime thermique et à un rythme saisonnier différents. De façon identique se pose le problème du petit groupe des autres essences arborescentes que l'on peut réunir, au vu des conditions minimales d'humidité qu'elles nécessitent et qui sont nettement plus accentuées que celles, également minimales, requises par *Cedrus* et *Rhus*. Ici se trouvent rassemblés *Castanea*, *Pinus* (espèces qu'il faut peut-être plutôt compter au nombre des éléments à caractère tempéré ?), vraisemblablement *Quercus* (*Q. mirbeckii* du moins, si la détermination est exacte) et l'espèce tropicale représentant la famille des Euphorbiacées, dont nous avons longuement discuté la détermination et précisé l'écologie.

Le caractère quelque peu aberrant de la composition de la microflore pollinique ici déterminée est nettement évident. Nous avons vu que ce n'est qu'au terme de l'étude de l'ensemble des formations néogènes que nous chercherons comment il est possible de proposer un essai de compréhension des faits révélés par l'analyse.

Notons que le pourcentage des pollens d'espèces arborescentes dans l'échantillon gréseux est voisin de 8, mais la discussion précédente laisse bien pressentir la signification très relative de cette précision qui présente tout au plus un intérêt quantitatif ne devant cependant pas être négligé.

2 - Si pauvre soit-elle, nous avons vu la nécessité d'attacher quelque intérêt à la microflore, pratiquement exclusivement graminéenne, présente dans l'échantillon de la dalle de meulière (44 pollens de Graminées, 4 pollens représentant *Taxus*, *Pinus* et *Quercus* sp. ?, 2 pollens indéterminés). Ici s'impose de situer l'analyse et la microflore qu'elle révèle, dans le contexte d'un épisode sédimentaire caractérisé par un changement de régime auquel correspond un approfondissement marqué des formations lacustres, dont témoigne l'extension de la dalle calcaire, silicifiée ultérieurement à son dépôt. Du changement de régime, lié à des modifi-

moyenne annuelle de 300-400 mm et nous avons vu qu'en supposant de telles conditions, son association avec *Ziziphus lotus* et *Artemisia* ne semble pas recouvrir un caractère aberrant (cf. chapitre X).

Juniperus phoenicea, couramment associé à *Quercus ilex* dans les montagnes marocaines et à *Quercus ilex* et *Pinus halepensis* en Algérie, est probablement l'élément de la flore forestière nord-africaine présentant la plus grande plasticité et l'essence la mieux adaptée aux conditions les plus précaires voisines du climat désertique. *Juniperus phoenicea* se développe avec 2000 mm d'eau en altitude dans les Babors (L. FAUREL, communication orale, 1970), mais est aussi le dernier élément de la steppe arborée méditerranéenne subsistant vers le Sud de l'Atlas. Cette remarquable résistance à la sécheresse est signalée par H. GAUSSEN (1949, p. 135) à propos de la flore tunisienne et, plus précisément encore, par A. MONJAUZE, L. FAUREL et G. SCHOTTER (1955, pp. 210 et 227), à l'occasion de leur découverte d'éléments forestiers relictuels sur les pentes méridionales du Djebel Milok, juste au Nord de l'oasis de Laghouat. Pour l'ensemble de ces auteurs, il apparaît que *Juniperus phoenicea* peut survivre en des territoires situés à l'intérieur de l'isohyète des 200 mm (175 mm à Laghouat d'après R. CAPOT-REY, *loc. cit.*). C'est dire sa capacité de s'intégrer au groupe des éléments précédents mais tout aussi bien de se séparer de *Quercus* type "*ilex*" en s'adaptant à des conditions que ne supportent pas, actuellement du moins, les espèces dont le pollen se rapporte à ce type.

c) On peut réunir dans un groupe d'ailleurs hétérogène, une fraction de la microflore pollinique représentant des éléments qui s'éloignent plus ou moins nettement, eu égard à leurs caractéristiques écologiques, du groupe précédent. Les moins exigeants d'entre eux sont probablement *Cedrus cf. atlantica* et peut-être également *Rhus*, en supposant que cette dernière espèce, tropicale, soit identifiable à l'une des espèces présentes en Afrique de l'Ouest dont nous avons antérieurement précisé la localisation. Le minimum d'exigences hydriques devant être

cations climatiques bien entrevues par H. ALIMEN (1952, pp. 86-87) et que confirme G. CONRAD (1969), est corrélatif un changement de milieu biologique. Cette grande nappe lacustre profonde a probablement relégué toute vie végétale vers ses bords et la flore pollinique graminéenne peut être interprétée comme l'expression d'une végétation hygrophile de bord de lac. Notons seulement que dans ce contexte, on est tenté de considérer le tout petit nombre des autres pollens à caractère probablement plutôt tempéré, comme des éléments d'origine lointaine.

Les réflexions suggérées par cette analyse doivent être considérées avec réserve puisque nous n'avons raisonné que sur 50 pollens. Si le fait que 44 d'entre eux, représentant des Graminées, ne manque pas de paraître significatif, il ne faut pas exclure la possibilité d'une sur-représentation de ces pollens pour une raison méconnue, qui fausserait totalement l'image réelle de la microflore.

L'éventuelle évolution qui apparaîtrait ici dans la composition de la flore pollinique, parallèlement aux modifications climatiques entraînant un changement de régime sédimentaire, peut être considérée comme un premier élément de conclusion, propre à l'étude des formations néogènes de Béné-Abbès.

Addendum

Hors du contexte de cette analyse, nous ne voulons négliger de noter la détermination d'un fragment de pollen de Conifère que nous pensons pouvoir attribuer au genre *Podocarpus*. Ce fragment de pollen, altéré, a cependant permis de distinguer la structure particulière de l'exine du ballonnet observé, structure qui se différencie nettement de celle des ballonnets de pollens d'Abiétacées. Dans l'échantillon analysé, aucun autre élément n'a été rencontré. Du point de vue stratigraphique, le sédiment en question a été prélevé à proximité de Béné-Abbès, à la faveur d'une coupe déterminée par le passage de la piste à un niveau situé très bas dans les formations néogènes, difficile à situer par rapport aux formations précédemment analysées. A ce niveau apparaît une zone pédologique altérée en boules (pl. V, figure 2), envisagée par certains auteurs

comme un témoignage possible du passage du Miocène au Pliocène. Le prélèvement dont l'analyse a livré ce fragment de *Podocarpus* (cf.), a été effectué juste au-dessus de cette zone pédologique. Au Sahara central, *Podocarpus* a été identifié dans la flore pollinique quaternaire de l'oued Outoul (M. VAN CAMPO et coll., 1967) ce qui suppose une très large extension septentrionale de l'aire de répartition de ce genre dans le passé. Si l'élément déterminé dans cette analyse se rapporte bien au genre présumé, ce que nous pensons fort probable, l'absence de tout contexte palynologique interdit un plus long commentaire que nous serons amenée à envisager ultérieurement seulement (cf. p. 272)

C - LES FORMATIONS NEOGENES EN BORDURE DU DJEBEL JABROUN

Le Djebel Jabroun est un massif tournaisien, situé à 20 km. au S. de Béni-Abbès. Il se trouve approximativement orienté N.S. parallèlement au cours de la Saoura, entre Hedeb Baba Haïda et le Foum Marhouma. C'est dans une petite vallée fossile ("chaba") ouverte vers la Saoura que nous avons trouvé, à soixante mètres environ au-dessus du niveau de l'oued, des témoins d'âge néogène épais d'une vingtaine de mètres, surmontant un substratum primaire. A la limite d'un cône d'éboulis qui masque le contact du Tertiaire avec les formations paléozoïques, la partie visible du Néogène montre 3 mètres environ de "torba" surmontée d'un banc très dur, d'environ 6 m, meuliérisé. Puis de nouveau une épaisse formation (approximativement 12 m) de "torba" se trouve couronnée par une dalle de 5 mètres de meulière (pl. V, figure 3).

Nous nous trouvons ici encore relativement près de Béni-Abbès. A partir de la base de la coupe les prélèvements ont été effectués ainsi (figure 18):

- 5, dans la dalle de meulière
- 4, dans la "torba"
- 3,2, dans la "torba" meuliérisée
- 1,1 bis dans la "torba".

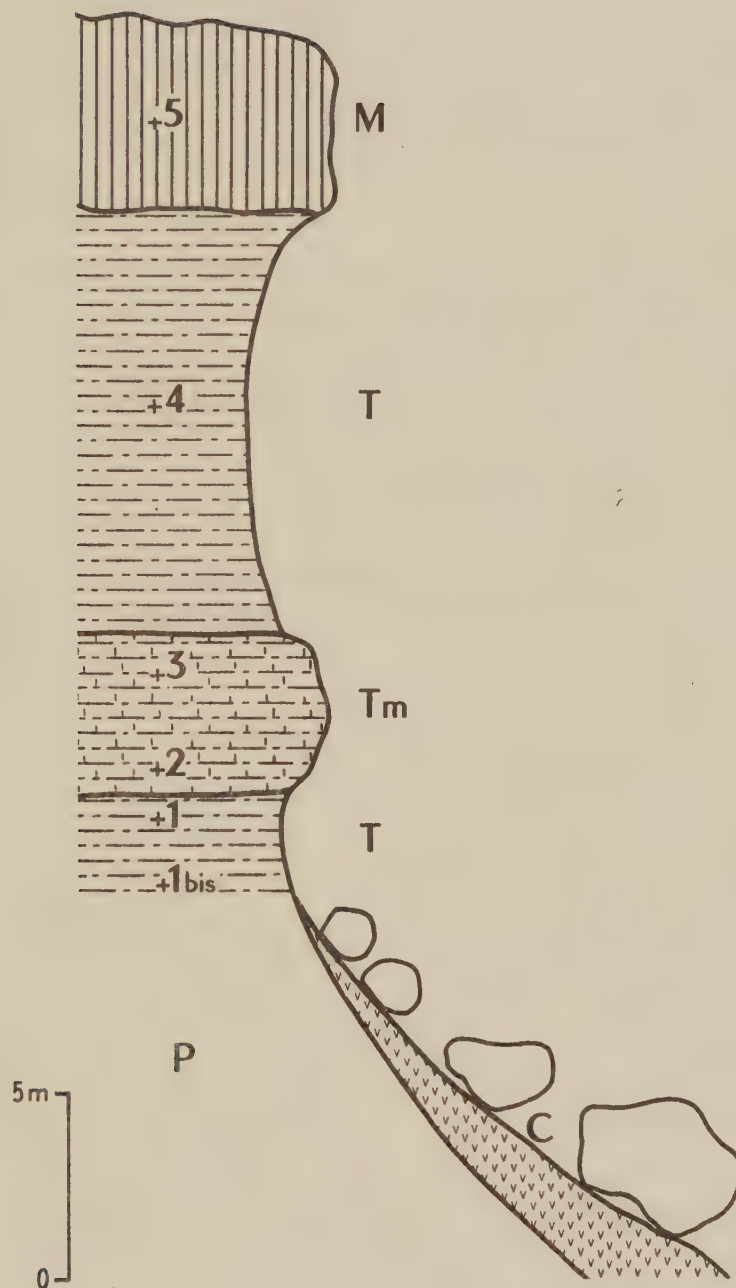


Fig. 18 - Coupe dans les formations néogènes en bordure du Djebel Jahroun.

T : "torba" - Tm : "torba" meulièreisée - M : dalle de meulière - C : Cône d'éboulis d'âge quaternaire ancien - P : soubassement primaire visible en certains points sous les éboulis.

1bis à 5 : prélèvements destinés à l'analyse pollinique.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Deux échantillons seulement ont livré des pollens en nombre satisfaisant (tableau V), tous deux prélevés dans la "torba" : 1 bis, à la base (196 pollens) et 4 (395 pollens). Les échantillons des autres prélèvements se sont montrés stériles.

Bien qu'une douzaine de mètres séparent, sur la coupe, les points dont sont issus les échantillons de "torba" analysés et qu'entre ces derniers, un banc de "torba" nettement meuliérisé, corresponde probablement à une modification locale, temporaire, du régime lacustre, l'identité de nature pétrographique des sédiments concernés, autorise à envisager globalement la composition de la microflore déterminée.

1 - Les éléments d'origine tropicale interviennent dans cette flore pollinique selon une représentation aussi faible que dans les formations néogènes de Béni-Abbès.

a) Le pollen du genre *Argania* (Sapotacée) reconnu en 1 bis, est ici d'un intérêt tout à fait particulier. Il s'agit d'un pollen tétracolporé, longiaxe ($P = 30 \mu$), dont l'ectoaperture est très longue, étroite et l'endoaperture plus ou moins circulaire ou allongée suivant l'équateur (sa forme varie lors de la fossilisation du pollen, comme il est net chez *Artemisia*, après déchirement de l'ectexine à son niveau). L'exine est extrêmement finement structurée, scabre (?). Un pollen de ce genre, identifié dans un niveau plus récent, figure sur la planche XXI (figures 5,6). L'arganier est actuellement une essence monospécifique (*Argania spinosa* = *Argania sideroxylon*), seul représentant, strictement endémique au Maroc, de la famille des Sapotacées à localisation tropicale. Nous avons plusieurs fois évoqué sa présence lors de l'étude de la flore forestière nord-africaine. Parmi les données les plus développées, relatives au genre *Argania* sont celles de J. BRAUN-BLANQUET et R. MAIRE (1924), qui situent dans un contexte géographique, phytosociologique et climatique précis, cette espèce caractérisant au sein du domaine maurétano-atlantique, un secteur bien délimité, qui s'étend au Sud de Safi, depuis le Cap

Blanc jusqu'à l'Est de la plaine du Sous et de l'Anti-Atlas. Cette région est essentiellement couverte d'un tapis végétal composé d'espèces macaronésiennes ou de formes vicariantes de ces espèces et bénéficie, du point de vue climatique, d'une pluviosité moyenne annuelle voisine de 300 mm. ainsi que de très faibles écarts saisonniers de la température (1). Pour les auteurs précédents, "rosée abondante et humidité atmosphérique sont la cause du développement de l'arganier" en ce secteur "où les manifestations de la vie ne sont suspendues en aucun moment de l'année". Les affinités tropicales du genre *Argania* et l'intérêt de sa présence au Maroc, au sein d'une flore riche d'espèces macaronésiennes, sont soulignés par sa parenté avec le genre tropical *Sideroxylon*, vivant à la fois à Madère et au Cap Vert. R. MAIRE et E. WILCZEK (1935, p. 126), puis R. MAIRE (1938, pp. 325-335), localisent ensuite plus précisément l'extension, vers le Sud, de l'arganier "partout abondant jusqu'à l'oued Noun et même un peu au-delà", colonisant les pentes des montagnes du Grand Atlas occidental jusqu'à 1000-1250 m. suivant l'exposition des versants, descendant en plaine le long des torrents (étage méditerranéen aride de L. EMBERGER, 1930, 1940) et "s'avancant dans ces conditions jusqu'au Djebel Bani et au Sud de l'Anti-Atlas. Là il se raréfie de plus en plus vers l'Est, à proximité d'Akka (moins de 100 mm de pluies annuelles) (un peuplement d'arganiers a été photographié dans cette région : pl. IV, figure 2). Les auteurs suscités rapportent son extension, alors très dispersée, au-delà de ces derniers reliefs méridionaux atlasiques, dans les lits d'oueds au Sud du Dra et même "à l'état sporadique, dans des oueds affluents septentrionaux de la Seguiet el Hamra, dont l'un lui doit son nom, l'oued Argan". Il semble que dans cette région, la valeur moyenne des précipitations puisse devenir inférieure à 50 mm. En 1944, M. MURAT, Th. MONOD, Ch. RUNGS et Ch. SAUVAGE

(1) A l'état de relique "aberrante", *Argania* est mentionné dans les Beni-Snassen à 20 km de Tafraït. D'après L. EMBERGER, son emprise pourrait encore s'étendre sur le bassin inférieur de la Moulouya (S. SANTA, 1958-1959). Probablement l'espèce supporte-t-elle, dans les Beni-Snassen, une pluviosité un peu supérieure à celle ici notée.

Eléments d'origine tropicale :

Pittosporum (Pittosporacées)
Argania (Sapotacées)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Pinus (indéterminé remanié)

- à caractère méditerranéen s.s. :

Cedrus (dont *C. atlantica* déterminé en 4)

Pinus type "*laricio*"

Pinus cf. *halepensis*

Quercus type "*ilex*"

Olea cf. *europaea*

Fraxinus (Oliacées)

Erica arborea

Rhus cotinus (Anacardiaceae)

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ephedra cf. *alata*

Chénopodiacées type "*Atriplex*"

autres Chénopodiacées (*Cornulaca* p.p.)

Composées tubuliflores

Artemisia (Composée)

Artemisia (pollens à mesocolpium concaves)

Graminées

Paronychia arabica (Caryophyllacées)

Silene (non *Setacea*) (Caryophyllacées)

Caryophyllacées (pollens péripores)

Calligonum (Polygonacées)

Rumex (Polygonacées)

Plantago

Ombellifères (plusieurs espèces)

Crucifères

Reseda cf. *Villosa*

Urticacées

Cypéracées (*C. conglomeratus* ?)

spore de Ptéridophyte

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments à caractère tropical

% des éléments à caractère méditerranéen s.s.

% des éléments à caractère arborescent ou arbustif

1 bis ("torba")	4 ("torba")
1	1
1	
1	4
	6
	2
2	1
4	12
1	3
	1
	1
34	127
12	25
12	5
12	13
34	64
4	49
24	37
3	4
2	
1	1
	2
2	
4 (2esp.)	5 (3esp.)
11	
1	
1	
3	3
	1
12 (6esp.)	3 (3esp.)
12	25
196	395
<0,5%	<0,25%
4%	≈ 8%
5%	≈ 8%

Tableau V. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes en bordure du Djebel Jabroun.

individualisent le "secteur steppique" marocain caractérisé par *Argania spinosa*, bénéficiant d'un régime pluviométrique "de type encore méditerranéen" et les deux derniers de ces auteurs notent le beau peuplement d'arganiers sur le rebord Nord de la Hamada de Tindouf. L'extension très dispersée de cette essence jusqu'au Sahara occidental, bien qu'elle y soit limitée au milieu privilégié que représentent les lits d'oueds au moins temporairement fonctionnels, manifeste la "résistance physiologique peu commune de cet arbre", rappelée par S. SANTA (1958-1959) à la suite de P. BOUDY (1948-1950). Ces quelques documents, sans doute très incomplets, quant au développement d'*Argania* au Maroc et dans le Sud-marocain, soulignent l'intérêt de la découverte qui en a été faite dans une microflore néogène de régions désertiques plus orientales, cette essence étant considérée comme une "relique tropicale tertiaire", caractérisant au Maroc un "domaine floristique macaronésien" (S. SANTA, *loc. cit.*), idée déjà évoquée antérieurement par d'autres auteurs (J. BRAUN-BLANQUET et R. MAIRE, *loc. cit.*).

Le genre *Argania* a été reconnu, rappelons-le, à la fois dans les microflores déterminées dans la boue de la Saoura et dans la poussière atmosphérique piégée à proximité de Béni-Abbès (*cf.* chapitre X)

b) le pollen du genre *Pittosporum* (Pittosporacée), déterminé en 4, subcirculaire en vue méridienne, tend en vue polaire, vers une forme angulaperturée (ce caractère est visible sur certains pollens actuels de référence). L'exine tectée est très finement réticulée, le réseau devenant difficilement perceptible en marge des sillons. En coupe équatoriale l'endexine est nettement plus épaisse que l'ectexine, principalement au centre du mesocolpium. Le pollen est tricolporé avec constrictions médianes des sillons et endoapertures allongées suivant l'équateur. Enfin sur le fossile le triangle polaire est très petit, sur quelques-uns des pollens actuels de référence une tendance nette à la syncolpie a été observée.

Le genre *Pittosporum* est actuellement le seul, parmi les Pittosporacées, qui vive dans les zones chaudes de l'Ancien monde, les autres genres

étant australiens. Il habite notamment en Afrique, les régions humides soudano-guinéennes (*P. viridiflorum*). Il vit également aux Canaries et il faut noter le beau développement de l'espèce australienne, *P. undulatum*, cultivée dans la région méditerranéenne. A l'état fossile, *Pittosporum* est connu dans la microflore villafranchienne du Lac Ichkeul, en Tunisie (C. ARAMBOURG, J. ARENES et G. DEPAPE, 1953), ainsi que dans une macroflore quaternaire à Madère (O. HERR, 1857).

2 - La microflore pollinique ne compte aucun élément à caractère tempéré.

3 - Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. présente une intéressante variété, principalement en 4, où la microflore rassemble des pollens de *Cedrus*, *Pinus* type "*laricio*", *Pinus* cf. *halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", des Oléacées dont *Olea*, *Erica arborea* et *Rhus cotinus*. Certains d'entre eux appellent quelque commentaire :

a) *Cedrus* - Quatre pollens de Cèdre ont été observés pour l'ensemble des deux niveaux. Pour l'un d'entre eux, nous avons hésité à le déterminer comme tel en raison de sa taille (45 μ). Toutefois les ballonnets emboîtants dépassant faiblement du corps du grain et l'épaisseur d'une exine assez boursoufflée ont confirmé la détermination. Les autres pollens par contre ont été facilement identifiés au genre *Cedrus*, l'un même à l'espèce "*atlantica*" (*Cedrus* sp ?, pl. XIV, figure 5 et pl. XV, figures 1-2)

b) *Pinus* - Les pollens sont en général en assez mauvais état de conservation, parfois repliés ou entièrement aplatis. Nous avons parfois observé séparément corps et ballonnets, si bien que les mensurations indispensables à l'approche d'une détermination deviennent difficilement possibles. Nous avons pu toutefois préciser quelques caractères qui permettent, semble-t-il, une distinction entre au moins trois espèces.

Deux de ces espèces sont représentées uniquement dans l'échantillon 4

- 6 pollens probablement appartiennent à une même espèce. La plus grande dimension du corps du grain atteint 55 μ . Les ballonnets, non emboî-

tents, assez gros, montrent une exine de structure souvent confuse, ce qui est dû à l'usure du pollen. Toutefois sur quelques-uns des ballonnets subsiste nettement, en coupe optique comme en L-O analyse, une structure caractéristique d'exine de *Pinus* type "*laricio*" (pl. XIV, figure 9 et pl. XV, figure 3). La structure de l'exine de la calotte du corps des grains, épaisse de 2,5 à 3 μ , plus ou moins légèrement ondulée, a été préservée de l'altération.

- 2 pollens ont été déterminés comme des représentants de *Pinus cf. halepensis* (pl. XIV, figures 1 à 4). Le corps des grains mesure 50 μ dans sa plus grande dimension. Les ballonnets globuleux et assez gros montrent, en L-O analyse, un réseau régulier à mailles petites et fermées (quelques-unes sont ouvertes) et, en coupe optique, une structure caractéristique de la couche alvéolaire qui est ici profonde de 7 μ au maximum. La calotte du corps des grains présente une exine relativement mince (2 μ , ectexine = endexine) en comparaison des mesures faites sur des pollens de référence de *Pinus halepensis*. D'ailleurs, des différences d'épaisseur d'exine au niveau de la calotte sont notables lorsque sont observés des pollens actuels d'origines différentes. Les crêtes marginales sont bien marquées.

- 1 petit pollen enfin, dont le corps mesure 30 μ et dont l'exine est épaisse de 2,5 μ porte de très gros ballonnets globuleux. La couche alvéolaire, lâche en profondeur semble se résoudre en granulations juxtaposées en surface. Il a été rapporté au genre *Pinus* : s'agit-il d'une forme ancienne, provenant éventuellement d'un remaniement ? s'agit-il d'une forme anormale ? D'autres pollens de petite taille ont été rencontrés dans d'autres analyses ne présentant pourtant pas de ressemblances avec ce dernier. Ce pollen a été classé comme un élément à caractère indéterminé (pl. XIV, figure 6).

c) *Olea cf. europea* et autres Oléacées.

Olea cf. europea. Les pollens sont de taille généralement proche de 20 μ ou légèrement inférieurs. La question de la détermination des pollens

de ce genre a été soulevée au cours du chapitre "critique" préliminaire à ces analyses (cf. *supra*, p. 242). Nous n'y reviendrons pas.

- Par contre, nous avons observé quelques pollens équiauxes d'une autre Oléacée dont la structure d'exine est plus fine; les têtes des columelles plus nombreuses y sont aussi moins épaisses. La densité des mailles pour une même surface d'exine est plus grande que chez le pollen d'*Olea* et la structure du réseau y est plus ténue. Nous trouvons des ressemblances entre ces derniers pollens fossiles d'Oléacée et les pollens de *Fraxinus syriaca*. Ces pollens auxquels les fossiles ont été comparés ont un diamètre qui varie entre 20 et 24 μ . Une étude de pollens d'Israël en fait même une description proche de celle d'*Olea europea* dont elle les distingue essentiellement par leur taille (A. HOROWITZ et B. BAUM, 1967). Après avoir observé des références ou consulté des descriptions de pollens de plusieurs autres espèces du genre *Fraxinus*, plus méditerranéennes occidentales, on peut penser que c'est plutôt vers l'une de celles-ci qu'il faut orienter une détermination, en excluant toutefois qu'il puisse être question de *Fraxinus excelsior*, plus tempéré et probablement de *Fraxinus ornus*. Il n'a pas été envisagé que ces pollens d'Oléacées puissent représenter le genre *Phillyrea*.

d) *Erica arborea*. Une tétrade assez altérée témoigne de la présence de cette Ericacée dans la microflore. La tétrade a été observée comparativement aux descriptions faites du pollen de cette espèce par F. OLDFIELD (1959), puis par Ph. GUINET (1969, pl. 179). La détermination spécifique a été confirmée par M. GUINET (1969). Tétrade trilobée vue de face (trois monades vues de face), cette dernière mesure 24 μ . Sa taille est donc inférieure à celle donnée pour un échantillon de référence prélevé à Alger, ce qui est normal pour un pollen fossile, mais elle est surtout plus inférieure encore à celle de tétrades issues de représentants européens. A ce propos, M. GUINET (*loc. cit.*) nous a précisé que la taille des tétrades de cette Ericacée diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de son aire d'extension européenne. Les sillons observés sur les monades sont longs et étroits. Les endoapertures sont peu visibles. L'exine,

altérée, est épaisse de 2 μ et paraît assez nettement verruqueuse, aspect qui peut-être lui est donné par le réseau de craquelures ("endocracks") qui parcourt l'endexine.

Il n'est guère possible de donner plus de détails de structure étant donné l'état de conservation du pollen. Une tétrade d'*Erica arborea*, présente dans la microflore d'un niveau quaternaire ultérieurement étudié, est visible sur la planche XIX, figures 3-5.

a) *Rhus cotinus* (Anacardiaceae) (pl. XIV, figures 14-17). La détermination du pollen de cette espèce du genre *Rhus* a été très délicate et il n'a été possible d'opter avec certitude pour cette identification spécifique qu'au microscope de comparaison. Le pollen est équiaxe ($P = E = 23 \mu$) et par ses caractères, il se différencie de toutes les espèces à pollen longiaxe, ouest-africaines ou nord-africaines, sauf de *Rhus coriaria*, espèce à laquelle nous avons cru pouvoir rapporter le pollen fossile. Chez cette dernière eury-méditerranéenne, de maquis et lieux arides, assez rare dans le Sahel d'Algérie, un polymorphisme pollinique très accentué est observé, les pollens variant, dans leur forme, de l'équiaxie à une longiaxie prononcée. Des pollens de *Rhus cotinus* ont été pris pour référence également : des variations de taille sont observables, certains pollens étant plus grands, d'autres plus petits que le fossile.

L'observation dans le même champ du microscope de comparaison de pollens actuels de *Rhus coriaria* et de *Rhus cotinus* a été déterminante. L'identification du pollen fossile à celui, actuel, de *Rhus cotinus* a pu se faire à partir du caractère strié de l'ectexine, le réseau strié du pollen fossile apparaissant, au microscope de comparaison, beaucoup plus proche de celui du pollen de *Rhus cotinus* que de *Rhus coriaria*.

Rhus cotinus est connu dans la macroflore quaternaire des tufs de Meyrargues et de St. Antonin dans le Sud-Est de la France (C. ARAMBOURG, J. ARENES, G. DEPAPE, 1953). C'est une espèce actuellement absente d'Afrique du Nord, croissant en France sur les côtes sèches, du Sud-Est de l'Ain aux Alpes maritimes et au-dessous de 800 m d'altitude. Partout où elle existe

ailleurs, en région méditerranéenne, elle n'est que sub-spontanée ou cultivée (P. FOURNIER, Les quatre Flores de France, 1961).

4 - Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est ici, comme à Béni-Abbès, marqué par un pourcentage notable d'*Ephedra* cf. *alata* en 4 (32%), moins accentué en 1 bis (17%). Dans l'un et l'autre échantillons, les Chénopodiacees halophiles restent faiblement représentées (6%) Quelques pollens de Cornulaca notamment ont été déterminés (6% en 1 bis). Les Graminées comptent pour 9 à 12% de la microflore. Notons également la présence de *Calligonum* (psammophile), *Silene* (pollen sphérique de 25 μ , ne correspondant pas à *S. setacea* mais proche du pollen de *S. villosa*), *Paronychia arabica* considéré par P. QUEZEL (1965 a) comme un *taxa* de liaison saharo-méditerranéen. Ces pollens sont en très petit nombre ou même à l'état d'unité suivant les espèces citées.

Parmi les Composées (6% de Composées tubuliflores en 1 bis) probablement plusieurs espèces d'*Artemisia* donnent à la microflore une nuance moins désertique que les précédents éléments, représentant 20 à 28% de l'ensemble des pollens, pourcentages équivalents de ceux selon lesquels est présente *Ephedra* cf. *alata*. C'est principalement dans cette microflore que s'est trouvé posé le problème de la détermination des pollens d'*Artemisia* à mesocolpium concaves, en raison de leur abondance (12,5% en 4).

Egalement nettement méditerranéennes sont les 5 espèces d'Ombellifères parmi lesquelles *Daucus* vraisemblablement (pl. XIV, figures 12-13), *Eryngium* (non *E. ilicifolium*, *E. maritimum*, *E. tricuspidatum*) (pl. XIV, figures 10-11) et une autre espèce dont nous avons tenté une comparaison, sous toute réserve, avec *Selinopsis foetida* (pl. XI, figures 22-24) qui serait une endémique d'Afrique du Nord. Enfin un pollen de Résédacée, équiaxe (20 μ), tricolpé, dont l'exine est très finement réticulée et l'ectexine épaissie au pôle (au niveau de l'équateur : ectexine = endexine), a été identifié à celui de *Reseda* cf. *villosa*, espèce commune au Sahara, mais s'étendant du Maroc au Soudan nigérien et considérée par Ch. SAUVAGE (1949) comme une forme relictuelle d'origine tropicale. Il est exclu que

ce pollen représente l'une quelconque des autres Résédacées rencontrées au Sahara actuellement.

Résumons schématiquement les pourcentages les plus notables relevés dans cette analyse :

	1 bis	4
<i>Ephedra cf. alata</i>	17%	32%
Chénopodiacées psammophile (<i>Cornulaca monacantha</i>) ≈	6%	+
Chénopodiacées halophiles	6%	6%
Graminées	12%	9%
Composées tubuliflores	6%	+
<i>Artemisia</i>	20%	28%

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

Nous venons d'envisager globalement la composition des microflores polliniques révélées par l'analyse de chacun des échantillons de "torba". En présence de cette étude des essences déterminées, les réflexions qui nous sont suggérées rejoignent, dans leurs grandes lignes, celles que nous exprimions à propos de la microflore de Béni-Abbès. Ici cependant, nous possédons des pourcentages établis à partir d'échantillons de "torba", ce que nous n'avons pu obtenir précédemment. Il est regrettable par ailleurs que le prélèvement effectué dans la dalle de meulière n'ait fourni dans cette analyse aucun pollen. Il eut été souhaitable que des résultats positifs puissent être comparés à ceux de l'analyse d'un échantillon du même sédiment prélevé à Béni-Abbès.

1 - Un groupe d'éléments à caractère méditerranéen s.s., rassemblant *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *olea europea*, *Erica arborea* et probablement *Rhus cotinus* constitué, selon une très faible représentation bien sûr, un ensemble cohérent du point de vue de ses exigences biologiques minimum envisagées comme possibles et précédemment discutées. Dans ce groupe s'intègre très naturellement *Argania*, dont nous avons vu la capacité d'adaptation, en deçà des conditions optimum à son développement,

à la précarité d'un climat déjà désertique, compensée par un biotope particulier et favorable à la survie de l'espèce. Par rapport à l'ensemble de ces espèces, il est difficile de situer le genre *Fraxinus*. L'étude de la flore forestière d'Afrique du Nord a conduit à citer fréquemment *Fraxinus xanthoxyloïdes* au nombre des espèces entrant dans la composition des forêts-galeries, au bord des lits d'oueds et des ravins humides, à côté d'*Olea europea*, *Erica arborea*, *Ziziphus lotus* entre autres. Mais nous n'avons aucune certitude que le pollen fossile corresponde précisément à cette espèce. Dans cette éventualité *Fraxinus* pourrait trouver sa place parmi les essences précédentes.

De ce groupe s'éloigne déjà *Cedrus* mais surtout *Pinus* type "*laricio*".

2 - L'analyse détaillée du groupe des éléments désertiques-sub-méditerranéens-méditerranéens, permet de remarquer la signification de l'abondant pourcentage d'*Ephedra cf. alata*, psammophile, qu'accompagnent quelques pollens de *Cornulaca monacantha*, Chénopodiacee marquée du même caractère ainsi que *Calligonum* et peut-être *Cyperus conglomeratus*, tandis que les Graminées, au sein-même de la "torba", ne peuvent laisser présumer de leur adaptation au milieu sableux plutôt qu'à un milieu plus humide.

Le pourcentage relativement faible des Chénopodiacees halophiles manifeste combien les conditions édaphiques sont peu favorables à leur développement.

Par contre, il nous paraît devoir insister sur l'importance que prennent dans la microflore les pollens d'*Artemisia* qui ne sont pas moins abondants que ceux d'*Ephedra cf. alata*. Sur ce point la microflore étudiée à proximité du Djebel Jabroun compte un élément intéressant que ne révélait pas l'analyse effectuée à Béni-Abbès et nous nous souvenons avoir exprimé, dans le chapitre "critique" préliminaire à cette étude, combien finalement le groupe des *Artemisia* présent dans la microflore pollinique était peut-être proche des éléments à caractère méditerranéens s.s. les moins exigeants biologiquement.

3 - Peut-être n'est-il pas sans intérêt de rapprocher plus précisément ici les deux éléments d'origine tropicale, *Argania* appartenant à un domaine floristique macaronésien et *Pittosporum*, dont bien sûr il est gênant de ne pas connaître l'espèce, mais qui toutefois compte un représentant aux Canaries et est connu, à l'état fossile, dans une macroflore quaternaire de Madère. Les relations de ces deux essences avec un domaine anciennement lié au continent africain et leur présence en deux échantillons de cette "torba" déposée au flanc du Djebel Jabroun, méritait d'être notée.

Ces quelques réflexions soulignent la juxtaposition, dans la microflore pollinique sédimentée dans la "torba" néogène, en bordure du Djebel Jabroun, d'éléments vivant dans des conditions écologiques diverses. Comme dans l'analyse précédente nous n'accorderons qu'une signification relative à la représentation quantitative des éléments à caractère arborescent ou arbustif qui varie de 5 à 8% de l'un à l'autre échantillon, variation qui ne revêt de ce fait aucune importance particulière.

D - LES FORMATIONS NEOGENES DE LA SEDKHA EL MELLAH (entre Mekitla et le col de Kerzaz).

Dans le faisceau des monts d'Ougarta qui longe la Saoura, existe une vaste dépression orientée NW-SE, caractérisant une inversion de relief et représentant le coeur d'un anticlinal bordé de hautes crêtes cambriennes et siluriennes (A. POUEYTO, 1952, J. CHAVAILLON, 1964, G. CONRAD, 1969). Cette dépression atteint une quarantaine de kilomètres dans sa plus grande largeur. Dans sa partie la plus sud-orientale s'étend l'actuelle Sebkhah el Mellah, zone de refoulement vers le Nord des eaux de l'oued Souireg, lui-même alimenté par les crues de l'oued Saoura qu'il reçoit au Foum el Kheneg (cf. figure 2). Lors de crues exceptionnelles, la Sebkhah el Mellah peut prendre, au pied des djebels, l'allure d'un véritable lac, qui devient alors une vaste zone d'évaporation, couverte de dépôts salés et à peu près

dépourvue de végétation. Vers l'extrémité nord-ouest de l'anticlinal, le fond de la dépression porte l'empreinte d'un ancien réseau de petits oueds et c'est à la faveur de l'un d'eux que nous avons pu observer et étudier les formations néogènes qui recouvrent le fond de la dépression au contact du Primaire (ou du Précambrien) (J. CHAVAILLON, 1964, page 45, G. CONRAD, 1969, page 104). Vers la limite nord-occidentale de la Sebkha, sur ces formations anciennes reposent d'autres formations plus récentes d'âge quaternaire ancien, nous les étudierons dans la région de Mekitla. Ces dernières dominent le fond de la Sebkha de 120 m, elles se trouvent en partie recouvertes par les sables éoliens de l'Erg el Atchane.

Pour localiser l'étude des sédiments occupant le coeur de l'anticlinal nous les situerons entre Mekitla et le col de Kerzaz par lequel on franchit les crêtes primaires, après avoir quitté le couloir Lagardette au niveau du Meksem ed Douar, la région appelée Mekitla se trouvant à peu près à 8 km à l'Est des affleurements primaires et le lieu des prélèvements dans le Tertiaire à 2 km environ.

La coupe naturelle déterminée par l'érosion se situe sur la carte topographique (Kerzaz 1/200,000) à proximité d'un point pour lequel une cote est précisée : le fond du "ehabet" se trouve à l'altitude + 330 m et l'épaisseur des formations étudiées est proche de 6 m (pl. VI, figure 1).

Du haut en bas de la coupe nous reconnaissons les formations suivantes (figure 19)

- 3 m environ d'un grès à petits cailloux, tendre et anfractueux (prélèvements 6,7) dont le sommet devient très meulièrement dur (prélèvement 8)
- un banc de grès blanc épais d'un mètre, compact, dur (prélèvement 5)
- un conglomérat à galets versicolores, épais d'un mètre, d'apparence très litée, assez pauvre en gangue; cette dernière a l'aspect de "torba" (prélèvement 4).
- des lits de "torba" à petits galets versicolores, alternant avec des lits à plus gros galets (prélèvements 3, 2). La "torba", au contact du Primaire (ou du Précambrien) est très consolidée (prélèvement 1).

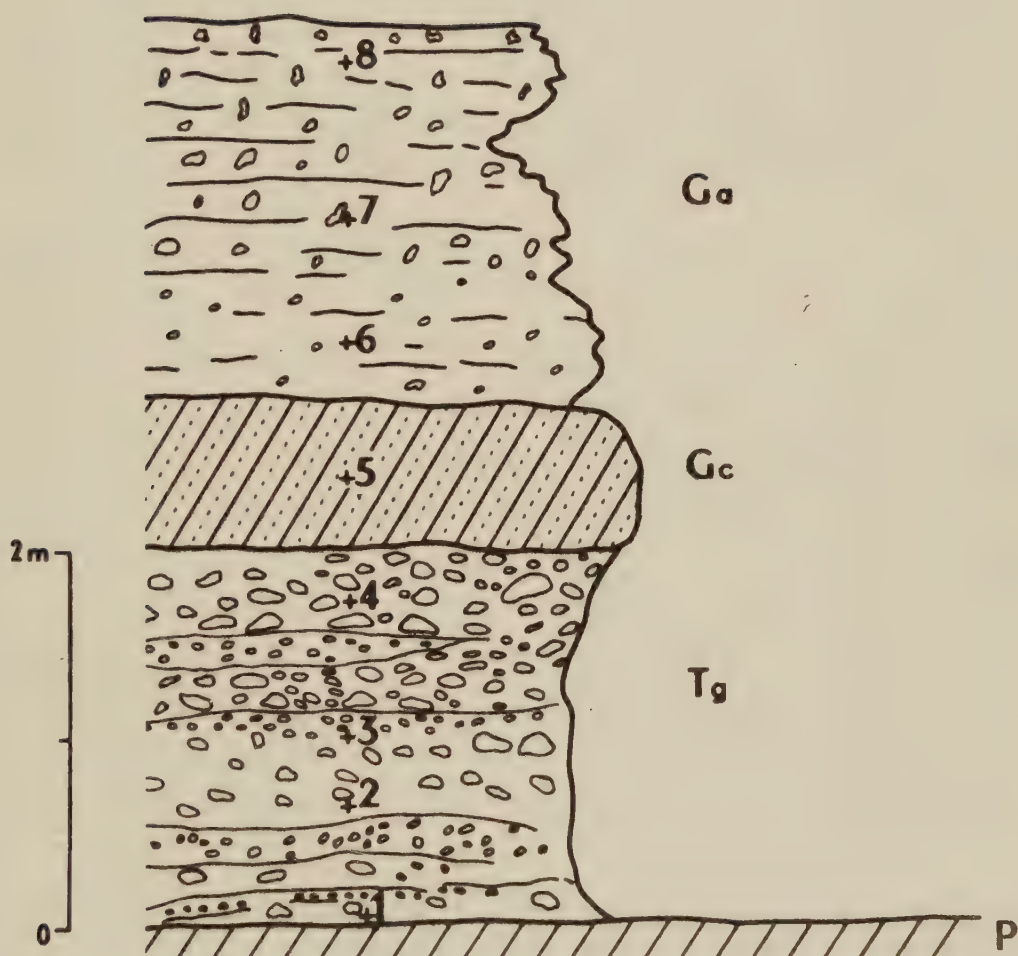


Fig. 19 - Coupe dans les formations néogènes de la Sebkhah el Mellah, entre Makitla et le col de Kerzez.

Tg : "torba" avec lits de galets à la base et galets versicolores très abondants au sommet (prélèvements 1 à 4) - Gc : Grès dur compact (prélèvement 5) - Ga : Grès dur anfractueux (prélèvements 6 à 8) - P : substratum précambrien ou primaire.

En relevant la coupe précédente, Melle ALIMEN a noté qu'il faut vraisemblablement reconnaître une discontinuité au sein de la sédimentation des formations conglomératiques sous-jacentes au banc de grès. D'autre part, il est remarquable qu'au sommet de la coupe, la silicification du grès conduit à une meulière grise typique, telle que nous la connaissons au Nord des Monts d'Ougarta. Enfin, il a été signalé par Melle ALIMEN d'une part, M. CHAVAILLON d'autre part (1), la présence de formations comparables au Sud-Est de la Sebkhah el Mellah, près du Fom el Kheneg : ces formations étant couronnées par une dalle de meulière très bien individualisée.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Malgré le poids de sédiment traité pour chaque échantillon (225 à 440 g), cinq niveaux sur huit se sont montrés stériles en pollens. Les échantillons favorables à l'analyse pollinique sont ceux prélevés dans le ciment torbique à la base conglomératique de la coupe : 2, 3, 4, le plus riche étant le prélèvement 4, dont nous avons traité 440 g. L'analyse de cet échantillon a fourni 600 pollens représentant une flore variée par le nombre et l'origine des genres reconnus. L'analyse des niveaux 2 et 3 apporte un très petit nombre d'éléments nouveaux. Nous ferons un examen global du tableau d'analyse (tableau VI), à partir duquel les seuls pourcentages calculables sont relatifs aux échantillons 3 et 4 ayant livré plus de 100 pollens.

1 - La microflore pollinique à caractère tropical est, pour l'ensemble des trois analyses, remarquablement variée, comptant les familles, genres et espèces suivants :

a) *Acacia*. Les polyades d'*Acacia* déterminées en 4 sont très altérées. Il est impossible de tenter une définition de la structure de l'exine des pollens dont le système apertural reste cependant observable et permet, selon les données empruntées à Ph. GUINET (cf. chapitre IX)

(1) Communications orales.

d'affirmer qu'il s'agit de pollens d'*Acacia* du groupe des "gommiers", acacias de savanes sèches.

Appartenant à ce groupe également une polyade mesurant 37μ , relativement bien conservée dans l'échantillon 3, doit être reconnue d'un intérêt particulier (pl. XI, figures 20-21). C'est à M. GUINET (communication orale, 1969) que nous devons une identification précise, puisque deux espèces ont été suggérées par lui-même comme susceptibles de répondre à la détermination recherchée : leurs pollens sont en effet de taille voisine et présentent des caractères morphologiques très proches. Ainsi, la polyade fossile peut représenter *Acacia nilotica* ssp. *subalata* ou bien *Acacia ethbaïca*. La sous-espèce *subalata* d'*Acacia nilotica* est celle qui présente les polyades de plus petites dimensions (39μ) et dont le tectum, non perforé, les différencie des polyades des autres sous-espèces, à

exine tectée perforée. Il est important que la connaissance très précise qu'a M. GUINET des pollens d'*Acacia* notamment, ait permis d'établir cette discrimination sub-spécifique qui autorise à considérer le pollen fossile comme appartenant à une espèce sûrement étrangère à une flore actuellement ouest-africaine. Si en effet *Acacia nilotica* compte en Afrique tropicale occidentale plusieurs sous-espèces, la sous-espèce *subalata* précisément en est absente. Il en est de même d'*Acacia ethbaïca*. Ainsi, que la polyade fossile traduise l'intervention dans la microflore de l'une ou l'autre sous-espèce ou espèce proposée, il est certain qu'il s'agit d'un élément originaire d'Afrique orientale. D'après J.P.M. BRENNAN (1959, p. 110), *Acacia nilotica* ssp. *subalata* est localisé en Ouganda, au Kenya et au Tanganyika dans les savanes arborées sèches et les prairies semi-désertiques. Le même auteur (*loc. cit.*, pp. 114-116) note trois sous-espèces d'*Acacia ethbaïca*, les unes ou les autres plus précisément localisées dans l'une ou plusieurs des régions précédentes et même en Ethiopie et aux Somalies. Il semble qu'*Acacia nilotica* vive plutôt en altitude (1500-1800 m) tandis qu'*Acacia ethbaïca* présente une plus large dispersion altitudinale, descendant très bas en plaine. *Acacia ethbaïca* paraîtrait lié à des associations moins adaptées à la sécheresse qu'*Acacia nilotica* ssp. *subalata*.

	2	3	4
<u>Eléments d'origine tropicale :</u>			
<i>Acacia</i> sp. (gr. des "gommières")			3
<i>Acacia nilotica</i> ou <i>Acacia ethiopia</i> (?)		1	
<i>Caesia</i> (Césalpiniacées)	1		1
<i>Indigofera</i> (Papilionacées)			2 (2esp.)
Combrétacées-Mélastomatacées			
<i>Crataeva religiosa</i> (Capparidacées)	1		1
<i>Syzygium</i> (<i>S. guineense</i> ?) (Myrtacées)			1
Anacardiacées (esp. indéterminée)		1	1
Sapotacées (non <i>Argania</i>)			3 (2esp.)
cf. Euphorbiacées		1	1
<u>Eléments d'origine mésogéenne :</u>			
- à caractère indéterminé :			
<i>Pinus</i> (Indéterminés remaniés)			5
- à caractère tempéré :			
<i>Taxus</i>			2
<i>Alnus</i> cf. <i>subcordata</i>		1	
- à caractère mésogéen s.s. :			
<i>Juniperus oxycedrus</i> (Cupressacées)		1	
<i>Quercus</i> type "ilex"	3	2	8
autres <i>Quercus</i>	1		1
<i>Olea</i> cf. <i>europaea</i>			9
Oléacées (<i>Olea</i> ?)	1		3
<i>Erica arborea</i>			3
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :			
<i>Ephedra</i> cf. <i>alata</i>	7	27	100
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	6	11	58
autres Chénopodiacées (dont <i>Haloxylon</i>)	3	12	56
<i>Anabasis</i> cf. <i>articulata</i> (Chénopodiacées)	1		
Composées tubuliflores	3	5	43
Composées liguliflores			5
<i>Artemisia</i> (Composée)	8	3	60
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)	3	16	33
<i>Centaurea</i> (Composée)			1
Graminées	3	8	57
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	1	10	29
<i>Sclerocephalus arabicus</i> (Caryophyllacées)	2		1
<i>Cyperus conglomeratus</i>			10
Ombellifères (plusieurs esp.)		19 (1esp.)	6 (3esp.)
<i>Plantago</i>		1	9
Crucifères			8
<i>Androcymbium gramineum</i> (Liliacées)	1		
<i>Haplophyllum</i> cf. <i>buxbaumi</i> (Rutacées)			1
<i>Cistanche</i> (Drobanchees)			1
cf. <i>Samolus valerandi</i> (Primulacées)	1		
cf. <i>Fagonia</i> (Zygophyllacées)			1
Indéterminés	1	1	
El. remaniés p.p. indéterminables (1 esp. déterminée en 3. cf. p. 60)	5	19	76
<u>Nombre de pollens comptés</u>	52	139	600
% des éléments d'origine tropicale		2%	2%
% des éléments à caractère tempéré		+	+
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.		2%	4%
% des éléments à caractère arborescent ou arbustif		5%	6%

Tableau VI. Composition de la pollinique déterminée dans les formations néogènes de la Sabkha el Mellah (entre Mekitla et le col de Kerzaz).

b) *Cassia* et *Indigofera*. Le pollen de *Cassia*, difficilement déterminable n'appelle aucun commentaire. Plus intéressant est celui qui a été rapporté au genre *Indigofera*. Ce dernier mesure 30 μ suivant l'axe des pôles. Longiaxe, elliptique à subrectangulaire en vue méridienne, triangulaire en vue équatoriale, avec un triangle polaire dont le côté mesure 6 μ , il présente une très fine réticulation de l'exine, elle-même assez épaisse (ectexine et endexine d'égale épaisseur), ce qui exclut une confusion possible avec certaines espèces de *Cassia*. L'endoaperture, difficilement visible sur une aperture vue de face, devient plus évidente en vue de profil. Toute détermination dépassant le genre est restée cependant impossible. *Indigofera* est un genre spécifiquement abondamment développé et à très large extension géographique qui nous a été précisée par M. LEBRUN (communication orale, 1970). *Indigofera oblongifolia*, espèce aux pollens de laquelle a été comparé le fossile qui ne semble devoir lui être rapporté, est la seule qui pénètre en région méditerranéenne (Mer Morte).

Quelques espèces par contre atteignent le Sahara méridional ou la Mauritanie (21° N.), capables d'y supporter des conditions déjà désertiques alors qu'elles vivent un peu plus au Sud (Niger, Tchad), avec 200 à 300 mm d'eau reçue des pluies annuelles. D'autres espèces plus méridionales sont plus exigeantes. Dans l'ensemble *Indigofera* est plutôt un genre de zones sèches.

c) Combrétacées-Mélastomatacées. Deux pollens déterminés en 4, ont été rassemblés dans ce groupe. La distinction entre les pollens de certains genres appartenant à l'une et l'autre familles n'est pas aisée. Dans les deux cas, les pollens présentent trois colporus alternant avec des pseudo-colpus. L'un des fossiles, pollen longiaxe de 21 μ (P) appartient cependant très probablement au genre *Combretum* (pl. XI, figures 14-15). L'extension géographique de ce dernier, dont il a été discuté précédemment (cf. chapitre X), permet d'envisager que le pollen puisse représenter l'une des espèces arbustives de la steppe sahélienne, atteignant la Mauritanie (*C. glutinosum* ?). *Combretum cf. micranthum* a été déterminé, rappelons-le,

dans la poussière piégée à proximité de Déni-Abbès. L'espèce présente dans la boue de la Saoura est restée indéterminée (cf. chapitre X).

d) *Crataeva religiosa* (Capparidacées). La détermination précise possible du pollen de cette espèce (pl. XI, figures 6-7), met en évidence dans la microflore un témoin de ce petit arbuste ripicole et nettement sahélien, croissant au Sénégal, au Niger et jusqu'en Mauritanie.

e) *Syzgium* (Myrtacée). Un pollen tétracolporé ($E = 15 \mu$), angulaperturé, syncolpé, à mesocolpium concaves, a été déterminé comme représentant cette Myrtacée tropicale dont une seule espèce, *Syzgium guineense*, pénètre en région sahélienne occupant le bord des rivières tandis que les autres espèces sont localisées en forêt humide. Le pollen a été étudié comparativement à des pollens actuels de cette espèce et, également après nous être reportée à la description qui a été faite du pollen de l'une de ses variétés, par L. BERTRAND (1964, pl. III). Il manque d'avoir pu observer des références d'autres espèces pour affirmer que le pollen appartient sûrement à cette dernière.

f) Anacardiacées, Sapotacées, Euphorbiacées (cf.) sont enfin représentées par un très petit nombre de pollens restés indéterminés, le plus souvent en raison de leur mauvais état de conservation. Les pollens d'Anacardiacées ne paraissent pas correspondre au genre *Rhus*. Quant aux Sapotacées, il ne semble pouvoir être question du genre *Argania*, mais de deux autres genres dont peut-être *Mimusops* (?). L'ensemble de ces pollens ne nous apporte en fait aucun renseignement précis.

2 - Deux pollens de *Taxus* et *Alnus* caractérisent un élément plus tempéré de la microflore. Le pollen d'*Alnus* a été comparé à celui d'*A. Subcordata* habitant actuellement les montagnes méditerranéennes de Corse et d'Asie Mineure. Les pollens de *Taxus* doivent vraisemblablement être tenus pour des éléments allochtones.

3 - Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. est lui-même bien représenté dans la microflore qui rassemble des pollens de *Juniperus oxycedrus*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea europea*, *Erica arborea*,

à côté desquels restent indéterminés un petit nombre de pollens d'Oléacées très proches des pollens d'*Olea* mais dont la structure d'exine est plus grossière et les mailles du réseau plus grandes. Nous avons été frappés par ailleurs des variations morphologiques possibles observées entre des pollens actuels prélevés sur des oliviers d'origines diverses. Peut-être faut-il envisager des différences équivalentes entre les deux types polliniques déterminables dans la microflore, dont l'un correspond sûrement au type qu'il est habituel de rencontrer dans les analyses et qui est reconnu comme *Olea cf. europea*. Nous nous souvenons d'ailleurs avoir dû faire une distinction entre deux types de pollens du genre *Olea*, déterminés dans la microflore pollinique atmosphérique piégée à Béni-Abbès (*cf.* chapitre X). Du petit nombre de pollens de "*Quercus*" n'appartenant pas au type "*ilex*", nous ne pouvons rien dire.

Cet ensemble d'éléments apparaît particulièrement cohérent dans l'échantillon 4 bis où manque seul *Juniperus oxycedrus*, présent par contre en 4. Notons que nous avons exclu les 5 pollens de *Pinus* dont le mauvais état de conservation nous a engagée à penser qu'ils sont issus de remaniement. Aucune structure d'exine n'a été visible au niveau des ballonnets. Il est seulement possible d'affirmer qu'il s'agit de pollens du type "diploxyton", mesurant 50 μ environ.

4 - Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, constituant encore le fond principal de la microflore pollinique analysée, est relativement varié. A côté des espèces habituellement rencontrées en quantité notable, quelques autres ont pu être déterminées précisément et malgré leur représentation souvent limitée à un unique pollen, il est intéressant de les signaler. *Ephedra cf. alata* (19-17% en 3 et 4), quelques pollens de *Cornulaca* entre autres Chénopodiacées (8-10% en 3 et 4), accompagnés de *Cyperus conglomeratus* (10 pollens en 4) traduisent la présence dans la microflore d'un pourcentage d'éléments à caractère psammophile nettement marqué. Les Chénopodiacées halophiles ne dépassent pas 10%, valeur maximum atteinte également par les pollens de Graminées. Peu de pollens de Composées autres qu'*Artemisia* participent à cette microflore (% le plus

élevé : 7% en 4). Il faut insister sur le pourcentage assez notable des pollens de plusieurs espèces, probablement, du genre *Artemisia* (13-15% en 3 et 4).

Parmi les éléments divers dont le pollen a été déterminé en quantités souvent minimes, lisibles sur le tableau, notons :

- *Anabasis cf. articulata* (pl. XI, figure 18), Chénopodiacee "saharienne" qui s'associe aux éléments psammophiles.

- *Paronychia arabica* (pourcentage non-négligeable : 6-5% en 3 et 4), Caryophyllacée steppique, localisée en territoire désertique, dont nous avons vu qu'elle préfère les regs où elle trouve un peu d'eau et qu'elle est considérée par P. QUEZEL comme un *taxa* de liaison saharo-méditerranéen.

- *Sclerocephalus arabicus*, Caryophyllacée saharo-méditerranéenne.

- *Androcymbium gramineum*, *taxa* de liaison saharo-méditerranéen, localisée dans les regs fins, les dépressions faiblement ensablées, les bordures d'ergs et s'intégrant ainsi au groupe des éléments psammophiles. Cette Liliacée s'étend en latitude depuis l'Espagne, les Canaries jusqu'à l'Adrar de Mauritanie.

- *Centaurea*, espèce sûrement nord-africaine, car le pollen n'est pas celui du seul représentant saharien de ce genre : *Centaurea pungens*. *Centaurea* est un genre extrêmement répandu en Afrique du Nord où il compte une cinquantaine d'espèces.

- *Haplophyllum cf. buxbaumii* (pl. XIV, figures 7-8). L'espèce que nous pensons avoir reconnue ici est endémique en Afrique du Nord et liée aux pâturages arides. La détermination spécifique a nécessité une comparaison du pollen fossile à ceux d'une dizaine d'espèces parmi les Rutacées. Une exine striée distingue les pollens du genre *Haplophyllum* de ceux du genre *Ruta*.

- *Cistanche* est un genre parasite, dont l'espèce n'a pu être déterminée mais est probablement saharo-méditerranéenne ou plus nettement méditerranéenne.

- *Samolus valerandi* est une Primulacée plurirégionale dont nous pensons avoir déterminé le pollen malgré la réserve indiquée. Elle est présente au Sahara, là où se trouve quelques source ou suintement. Le pollen a été comparé à ceux d'une dizaine de genres ou espèces actuels de cette famille.

- Les Ombellifères enfin sont sûrement au moins nord-africaines, ou plus largement méditerranéennes. Quatre espèces au minimum ont été reconnues dont l'une d'elles compte pour 13% de la microflore dans l'échantillon 3. Figurant sur la planche XI (figures 25-28) un très beau pollen fossile a été étudié en comparaison de ceux de nombreuses espèces appartenant à 4 genres, le genre *Seseli* notamment. Aucune de ces comparaisons ne s'est avérée satisfaisante.

- cf. *Fagonia*. La détermination du genre est donnée sous toute réserve. Il s'agirait alors d'une espèce tout à fait saharienne.

Tout cet ensemble d'éléments dispersés en quantités faibles ou plus notables dans la microflore, représente l'une des composantes marquée d'une nuance déjà méditerranéenne (à part quelques exceptions strictement sahariennes) que l'on peut associer en partie au genre *Artemisia*.

Ainsi se résument les pourcentages des éléments les plus abondants dans cette fraction de la microflore :

	3	4
<i>Ephedra cf. alata</i>	19%	17%
Chénopodiacée psammophile (<i>Cornulaca monacantha</i>)	≈ 8%	10%
Chénopodiacées halophiles	≈ 8%	10%
Composées tubuliflores	+	7%
<i>Artemisia</i>	13%	15%
Graminées	≈ 5%	10%
<i>Paronychia arabica</i>	≈ 6%	5%
Ombellifères	≈ 13%	+

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

La composition globale de la microflore révélée au cours de cette étude est apparue particulièrement intéressante. L'habituelle juxtaposition d'éléments d'origines diverses est manifeste, mais l'intérêt de cette juxtaposition se trouve aussi dans la diversité et la variété des essences représentées.

1 - La microflore traduisant la présence d'éléments à caractère tropical (2% en 3 et 4) rassemble des pollens de genres ou espèces que leurs caractéristiques biologiques ou leur localisation actuelle rendent relativement proches pour la majorité d'entre elles. Ce groupe revêt un caractère sahélien que lui confèrent plus particulièrement : *Acacia sp.*, *Cassia*, *Indigofera*, *Combretum* (*C. glutinosum* ?), *Crataeva religiosa*, *Sizygium* (*S. guineense* ?) certaines de ces espèces étant nettement ripicoles et donc liées à une humidité locale.

Rappelons le très grand intérêt dans cette microflore du pollen d'*Acacia* dont l'espèce est actuellement africaine orientale; sa présence sera de nouveau évoquée lorsque nous envisagerons une interprétation globale de l'étude des formations néogènes.

Dans son ensemble ce groupe suppose des conditions d'humidité caractérisant la zone sahélienne dont on sait qu'elle reçoit 150-200 à 500 mm de pluies annuelles suivant que l'on se situe en secteur plus sahélo-saharien ou plus sahélo-soudanais. Plusieurs des espèces ici rassemblées pourraient se satisfaire des conditions les plus sèches, les plus "sahélo-sahariennes", compte tenu de leur extension géographique actuelle et de leur capacité d'adaptation à des précipitations précaires. Toutefois, la présence de *Sizygium* (*S. guineense* ?) espèce plus nettement sahélo-soudanaise, bien que ripicole, donc bénéficiant d'un biotope particulièrement favorable, engage à penser que l'on doive situer vers les valeurs supérieures de la pluviosité en zone sahélienne, les conditions dans lesquelles ce petit groupe d'espèces a probablement vécu (350-400 mm d'eau, peut-être davantage ?).

Parmi les familles dont les pollens n'ont pas été génériquement déterminés (Anacardiacees, Sapotacees, cf. Euphorbiacees), il ne faut pas exclure *a priori* l'éventualité de la représentation d'essences plus soudanaises donc plus exigeantes en eau, ce qu'il reste impossible de préciser.

2 - A côté de cette association à caractère sahélien, la présence dans la microflore du groupe tout à fait cohérent, à caractère méditerranéen s.s. que constituent *Juniperus oxycedrus*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea* et sans doute *Erica arborea* (comptant respectivement pour 2% et 4% de l'ensemble des pollens en 3 et 4) pose plus de problèmes quant au régime thermique et au rythme saisonnier des précipitations qu'à la valeur même de ces précipitations. En effet, les essences méditerranéennes s.s. adaptées aux conditions les plus sèches se situent à un niveau d'exigences hydriques correspondant à l'humidité disponible en zone sahélienne moyenne (300-400 mm d'eau annuelle).

3 - A des conditions de sécheresse plus certaines est liée, du moins eu égard au contexte qu'elle suppose dans la nature actuelle, une fraction de la microflore pollinique résultant de l'adaptation de certaines espèces à des milieux particuliers, les espèces psammophiles principalement (*Ephedra* dominant et son cortège habituel), celles halophiles secondairement. Mais en dépit de l'importance de ce lot d'essences liées aux conditions édaphiques, le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen est marqué d'une nuance méditerranéenne certaine que manifestent la relative abondance des pollens d'*Artemisia*, celle des Umbellifères finalement proches biologiquement des "méditerranéennes" s.s., ainsi qu'un petit nombre d'espèces dont nous avons vu qu'elles sont actuellement étrangères au milieu saharien ou présentes en ce milieu mais considérées comme des *taxa* de liaison saharo-méditerranéens. L'origine méditerranéenne d'une quantité non négligeable d'essences précisément déterminées dans ce groupe est bien établie dans ces analyses.

4 - La présence d'une très faible quantité de pollens représentant un élément à caractère tempéré (*Alnus* cf. *subcordata*, *Taxus*) ne manque pas de laisser perplexes quant à l'origine de *Taxus* du moins.

5 - Le pourcentage des pollens d'essences arboréscentes ou arbus-tives, est respectivement de 5 et 6% en 3 et 4.

6 - On ne peut négliger enfin de mettre en évidence l'abondance des pollens indéterminables rencontrés (13% en chacune des analyses). Quelques-uns d'entre eux ont été reconnus comme des pollens triporés qui ne sont pas des formes bétuloïdes ou coryloïdes actuelles. Par ailleurs, plusieurs formes polliniques sphériques portant apparemment des poroïdes, ont fait penser à d'éventuels pollens de *Pistacia*. L'aspect très archaïque de ces pollens, en comparaison de la microflore déterminée, nous a fait préférer les rattacher au lot des indéterminés, presumant qu'il s'agit d'individus remaniés (ainsi ont été considérés les quelques pollens de *Pinus* d'ailleurs).

Replaçant les échantillons analysés dans leur contexte stratigraphique, nous nous souvenons qu'ils sont issus de prélèvements effectués dans un niveau de "torba" contenant des lits de galets et reposant sur un substratum précambrien ou paléozoïque. La seule composition pétrographique de ce faciès sédimentaire et sa situation par rapport aux formations primaires qu'elle recouvre au coeur de la dépression que constitue la Sebkha el Mellah, engagent à ne pas exclure que ces formations puissent dater d'un épisode très ancien au cours de la sédimentation néogène et qu'elles aient hérité d'éléments remaniés de dépôts encore plus anciens. Ce problème sera ré-envisagé au moment des conclusions générales relatives à l'ensemble des formations néogènes.

E - LES FORMATIONS NEOGENES DE L'OUED TRICK

Venu des Monts d'Ougarta, l'oued Trick, affluent de la Sacura, débouche dans la vallée de l'oued principal, très élargie au niveau de la sebkha de Guerzim, environ 75 km au Sud de Béni-Abbès. Sa vallée est maintenant presque fossile, l'oued ne "coulant" que de façon rarissime aux périodes de grandes pluies sur les Monts d'Ougarta, d'où la présence de

"gueltas", mares plus ou moins temporaires, subsistant çà et là, à la faveur de petites dépressions dans le lit fossile de l'oued.

Une belle terrasse d'âge ougartien (seconde partie du Quaternaire moyen) est reconnaissable aux flancs de la vallée. Elle domine de 8 m environ le fond de l'oued, qui atteint les formations néogènes, à aspect de torba, sur lesquelles repose la série des conglomérats ougartiens par l'intermédiaire d'une couche dite "couche T" (J. CHAVAILLON 1964), d'âge supposé taourirtien (première partie du Quaternaire moyen). Le niveau supérieur de la torba néogène se trouve au débouché de l'oued, 8 m à peine au-dessus du niveau actuel de la Saoura (pl. VI, figure 2).

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

L'échantillon prélevé dans le niveau néogène à la base de la terrasse de l'oued Trick est un des plus riches de tous ceux que nous ayons étudiés de cette époque : 140 gr de sédiment seulement ont été traités, permettant de déterminer 467 pollens parmi 593 comptés. La composition de la microflore est ainsi caractérisée dans ses grandes lignes (tableau VII) :

1 - Le groupe des éléments à caractère tropical manifeste, comme dans l'analyse précédente, une intéressante variété dans sa composition (2% environ de la microflore). A côté de pollens d'*Acacia cf. raddiana*, *Combretum*, *Rhus* dont il a déjà été question figurent ceux de trois autres genres :

a) *Cassia*: 5 pollens représentent sans doute deux espèces différentes de ce genre, mais un seul d'entre eux a été facilement observable (pl. XIII, figures 5-6). La détermination spécifique de ce dernier a été tentée en le comparant aux pollens d'une vingtaine d'espèces originaires, pour un grand nombre, d'Afrique occidentale. Le fossile mesure 27 μ selon son axe "P". L'exine est mince, fovéolée, à aspect grumeleux vraisemblablement dû à l'usure du pollen. Les sillons ne portent pas de granulations, semble-t-il. Il paraît probable que l'espèce représentée soit *Cassia*

italica (= *C. aschrek* = *C. obovata*), largement dispersée dans les régions sèches d'Afrique tropicale (Sénégal, Nord du Niger notamment) et commune dans tout le Sahara méridional et central. La seconde espèce est restée indéterminée.

b) *Boerhavia* : le pollen fossile de taille anormalement faible (pollen sphérique dont le diamètre est de 36 μ , pl. XIII, figure 19) a été rattaché à ce genre à la suite seulement de nombreuses comparaisons avec des pollens actuels de la famille des Nyctaginacées : *Commicarpus* et *Boerhavia*. Le diamètre habituel des pollens de ces deux genres est, en effet, de l'ordre de 70 à 80 μ . Toutefois, quelques-unes des références observées parmi les espèces du genre *Boerhavia*, comptaient de très petits pollens, isolés parmi ceux de taille normale, ce qui nous a déterminée à conclure qu'il s'agissait bien d'un représentant de cette famille. Par ailleurs le fossile répond par tous ses caractères, excepté sa taille, à la description de pollens du genre *Boerhavia* et non à celle de pollens de *Commicarpus* (pollen fossile sphérique, périporé, à pores circulaires au nombre de 16; exine perforée de fins canalicules, infrastructurée; ectexine plus épaisse que l'endexine, épines plus longues que larges, exceptionnellement visibles sur le pollen étudié, parce qu'usées). Aucune détermination spécifique n'est possible naturellement. Le genre *Boerhavia* est pan-tropical, certaines de ses espèces ayant une large extension géographique depuis l'Afrique tropicale jusqu'au Maroc et au Sahara occidental atlantiques (Ch. SAUVAGE, 1949). Il compte également parmi la flore de l'étage tropical du Sahara central et se retrouve en Palestine comme un élément soudano-deccanien.

c) *Hymenocardia* : il a été précédemment discuté de la localisation géographique et de la biologie de ce genre dans le chapitre consacré aux réflexions critiques préliminaires à ces analyses (cf. *supra*, pp. 20-21). Le pollen fossile (pl. XIII, figures 16-18) a été déterminé d'après la description donnée par L. BERTRAND (1964, p. 108) du pollen d'*Hymenocardia acida* et comparé à des éléments actuels de référence de cette espèce ainsi

Eléments d'origine tropicale :

<i>Acacia cf. raddiana</i>	1
<i>Cassia</i> (Césalpiniacées) (2 esp. dont <i>C. italica</i>)	5
<i>Boerhavia</i> (Nyctaginacées)	1
<i>Rhus</i> (Anacardiaceae)	1
<i>Combretum</i> (Combretacées)	1
<i>Hymenocardia</i> (Euphorbiacées)	1
cf. Euphorbiacées	1

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

<i>Pinus</i> type "haploxylon"	1
<i>Pinus</i> type "diploxylon" (30 u)	1
<i>Pinus</i> type "diploxylon" (indéterminables)	3

- à caractère méditerranéen s.s. :

<i>Cedrus</i> dont <i>C. cf. atlantica</i>	2
<i>Pinus</i> type "lario" "	3
<i>Pinus cf. halepensis</i>	1
<i>Juniperus oxycedrus</i> (Cupressacées)	1
<i>Callitris</i> (?) <i>Cupressus sempervirens</i> (?)	1
<i>Quercus</i> type "ilex"	1
autres <i>Quercus</i>	3
<i>Olea</i>	9

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

<i>Ephedra cf. alata</i>	42
Chénopodiacées type "Atriplex"	57
autres Chénopodiacées (<i>Cornulaca</i>)	40
Composées tubuliflores	47
Composées liguliflores	31
<i>Artemisia</i> (Composées)	31
<i>Centaurea</i> (Composées)	1
Graminées	151
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	10
<i>Sclerocephalus arabicus</i> (Caryophyllacées)	4
<i>Silene setacea</i> (Caryophyllacées)	1
<i>Cyperus conglomeratus</i>	11
Ombellifères	9
<i>Bonium incrassatum</i> (Ombellifère)	1
Crucifères	23
<i>Calligonum cf. comosum</i> (Polygonacées)	2
<i>Rumex</i> (Polygonacées)	1
<i>Limoniastrum cf. feei</i> (Plumbaginacées)	1
<i>Fagonia cf. bruguieri</i> (Zygophyllacées)	2
Papilionacées	1
<i>Plantago</i>	3
Rosacées (non <i>Neurada</i>)	1
cf. Malvacées	1

Indéterminés 15

Indéterminables 70

Nombre de pollens comptés 593

% des éléments d'origine tropicale	≈ 2
% des éléments à caractère tempéré	+ (?)
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.	≈ 4
% des éléments à caractère arborescent ou arbustif	≈ 5

Tableau VII. Composition de la flore pollinique déterminée
dans les formations néogènes de l'Oued Trick.

que d'*Hymenocardia heudelotii*. Ses caractères répondent très précisément aux observations faites sur les pollens d'*Hymenocardia acida*, ceux d'*Hymenocardia heudelotii* semblant présenter une réticulation d'exine à mailles plus grandes. Toutefois, en l'absence de références suffisantes de pollens d'autres espèces nous ne pouvons conclure une détermination spécifique définitive mais seulement présumer qu'il s'agit bien d'*Hymenocardia acida*. *Hymenocardia* a été reconnu à l'état fossile, dans la flore datée du Pléistocène supérieur de l'Oued Outoul (M. VAN CAMPO et coll., 1967).

d) un pollen rapporté sans certitude absolue à la famille des Euphorbiacées, nous permet seulement d'affirmer qu'il n'appartient pas aux genres *Euphorbia* ou *Andrachne*, les seuls marquant une extension de cette famille au Sahara.

2 - Il n'apparaît pas qu'interviennent dans la microflore d'éléments d'origine tempérée précisément déterminables.

3 - Considéré comme un groupe d'éléments à caractère indéterminé, un ensemble de pollens de *Pinus*, très hétérogène, réunit :

- *Pinus* type "*haploxylon*" : pollen dont le corps mesure 60 μ dans sa plus grande dimension et dont les ballonnets très emboîtants sont petits, à très large attache, profonds de 15 μ . La structure de l'exine des ballonnets est très confuse et désordonnée. La calotte du corps du grain est épaisse de 3,5-4 μ . Nous ne pensons pas que ce pollen puisse appartenir au genre *Cedrus* mais bien précisément à une espèce de *Pinus* probablement archaïque. Le pollen, altéré, doit être remanié.

- *Pinus* type "*diploxylon*" : petit pollen de 30 μ , à ballonnets montrant une exine dont les mailles sont fermées, irrégulières et grossières. L'épaisseur de l'exine du corps du grain est de 1,5 μ au niveau de la calotte dont le bord est légèrement ondulé, les crêtes proximales étant marquées mais peu accentuées.

- quelques pollens de *Pinus* type "*diploxylon*", indéterminables.

4 - Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. est lui-même varié bien qu'il ne réunisse que 4% de l'ensemble des pollens. Parmi les pollens de Conifères bi-aillés, la microflore rassemble :

a) *Cedrus*, dont *C. cf. atlantica* (pl. XII, figures 6 et 8-9)

b) *Pinus* type "*laricio*" : corps du pollen subsphérique mesurant 45 μ ; ballonnets profonds dont la structure de l'exine, observée en coupe optique, est caractéristique de ce type pollinique (pl. XII, figure 1); exine finement ondulée au niveau de la calotte du corps du grain; crêtes proximales bien marquées (pl. XII, figures 1, 2-3 et 7).

c) *Pinus cf. halepensis* : grand pollen vu de profil (axe principal du corps du grain non mesurable); ballonnets volumineux et profonds dont la coupe optique, visible partiellement car le pollen est altéré, montre cependant une structure caractérisant *Pinus halepensis* (pl. XII, figures 4-5).

Il s'ajoute, à cette fraction de la microflore, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea* ainsi qu'un pollen de 29 μ à granulations assez grosses, peu denses et irrégulièrement réparties, critères définissant les pollens de *Callitris articulata* et *Cupressus sempervirens*. *Callitris articulata* est une essence endémique dominant dans l'étage de végétation méditerranéen semi-aride en Afrique du Nord et *Cupressus sempervirens*, dont l'aire de répartition s'étend au-delà de l'Afrique du Nord vers le bassin méditerranéen oriental et l'Asie occidentale, est une espèce inféodée aux milieux semi-arides également. C'est de *C. sempervirens* que dérive *C. dupreziana*, endémique du Tassili des Ajjer. Parmi les pollens de *Quercus*, autres que ceux de *Quercus* type "*ilex*", deux fossiles représentent une espèce non reconnue dans les précédentes analyses. Les pollens possèdent en commun avec celui du type *ilex* un petit triangle polaire ($t = 5-6 \mu$, mais en diffèrent par leurs autres caractères sans être tout à fait comparables à l'un des types méditerranéens actuellement connus; exine à granulations fines et rapprochées, type pollinique assez longiaxe ($P/E = 1,25$), épaisseur d'exine de 1,5 μ à peine (endexine = ectexine). Les sillons pré-

sentent une constriction médiane très peu marquée. Ces pollens fossiles n'ont pu être observés qu'en vue méridienne (pl. XIII, figure 4).

5 - Egalement composé de formes variées le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen compte en comparaison des associations reconnues dans les précédentes analyses, un pourcentage relativement faible d'*Ephedra cf. alata* (7%) qu'accompagnent 7% de pollens d'une Chénopodiacee psammophile (*Cornulaca monacantha*), à laquelle sont associés *Cyperus conglomeratus* et *Calligonum cf. comoaum* (pl. XIII figures 20-21), tandis que les Chénopodiacees halophiles correspondent à 10% de la microflore et les Composées autres qu'*Artemisia* à 13% de cette dernière. *Artemisia* est ici mal représenté et les Crucifères, dont nous ne pouvons rien dire, le sont plus mal encore. Par contre, il est remarquable que prédominent les pollens de Graminées (≈ 25%).

Schématiquement la dispersion de ces éléments dans la flore pollinique est donc la suivante :

<i>Ephedra cf. alata</i>	7%
Chénopodiacee psammophile (<i>Cornulaca</i>)	≈ 7%
Chénopodiacees halophiles	≈ 10%
Composées (non <i>Artemisia</i>)	≈ 13%
<i>Artemisia</i>	≈ 5%
Graminées	≈ 25%

Accompagnant cette microflore, quelques éléments doivent être notés, dont la signification a déjà été définie, pour certains ou que nous avons ici plus précisément étudiés pour d'autres :

- *Paronychia arabica* et *Sclerocephalus arabicus*, (saharo-méditerranéennes), *Centaurea sp.* et une Rosacée autre que *Neurada* (sûrement méditerranéennes et absentes du Sahara actuellement)

- *Silene setacea*, saharo-méditerranéenne, déterminée et distinguée au microscope de comparaison de *Silene villosa*, seule espèce du genre qui soit strictement saharienne. Les pollens sphériques et périporés de ces

deux espèces ont été différenciées par le nombre et la taille de leurs pores, l'épaisseur de leur exine et la disposition des columelles observée en L-O analyse, ainsi que la densité de ces dernières. *Silene setacea* se rattache donc à la fraction de la microflore marquée d'une nuance méditerranéenne (pl. XIII, figures 13-14).

Egalement nettement méditerranéennes sont les Ombellifères parmi lesquelles il a été possible de déterminer avec quasi-certitude *Bunium incrassatum* (pl. XIII, figures 7-8), espèce commune en Algérie et en Méditerranée occidentale.

Plus sahariennes sont deux espèces que nous pensons avoir déterminées précisément, également au microscope de comparaison :

- *Limoniastrum cf. feei* qui dépasse vers le Nord les limites du désert et participe actuellement à l'association caractérisant les rochers primaires des Monts d'Ougarta. Représentée à l'état fossile à l'Oued Trick, cette espèce se trouve donc en bordure de son aire de répartition actuelle. Le pollen a été comparé à ceux de 8 espèces, parmi les Plumbaginacées, appartenant aux genres *Limonium* et *Limoniastrum*. On connaît les cas très fréquents de dimorphisme pollinique chez les différents genres de cette famille qui, à l'intérieur d'une même espèce, peuvent présenter des pollens tri - ou tétra-colpés et dont l'exine, réticulée, montre de petites ou de très grandes mailles (pl. XIII, figures 1-2). Une description du pollen de cette espèce, à laquelle répondent bien les caractères du fossile, a été donnée par Ph. GUINET (1969, pl. 189).

- *Fagonia cf. bruguieri* a été déterminé après observation des pollens d'une vingtaine d'espèces sahariennes ou des régions sèches, méditerranéennes orientales. Le pollen fossile, longiaxe, est relativement grand par rapport aux pollens de *Fagonia s.l.* (P = 33 μ , E = 20 μ). Les sillons sont longs et l'exine, très mince, est extrêmement finement réticulée (pl. XIII, figure 3). Ces caractères de l'exine, conjointement à la grande taille du pollen, distinguent *F. bruguieri* des autres espèces observées. Un grand pollen de *Fagonia arabica* (P = 35 μ) a été décrit par

J. MALEY (1970, pl. II, figures 7-9) mais l'exine est ici très différente de celle du pollen fossile.

- Enfin, un pollen resté longtemps indéterminé est probablement celui d'une Papilionacée (pl. XIII, figures 9-10). Nous ne nous prononcerons pas davantage en faveur d'un genre, pensant cependant qu'il faudrait orienter les recherches vers les nombreuses espèces représentant le genre *Astragalus*, abondant dans le secteur méditerranéen oriental, dont quelques espèces sont rencontrées en milieu désertique mais parmi lesquelles nous n'avons pas trouvé de forme voisine du pollen fossile.

6. - Dans cette microflore le pourcentage des éléments indéterminables est ici encore notable (11%), ne recouvrant pas cependant le caractère archaïque remarqué à propos de l'analyse des formations de la Sebkhah el Mellah (sauf peut-être les pollens de *Pinus* classés "indéterminés"). Aucune forme triporée n'a été observée.

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

De la juxtaposition, dans la microflore, des groupes d'éléments dont nous venons d'analyser la composition, il semble que nous puissions dire qu'elle manifeste :

1 - un caractère relativement sec de la majorité des éléments d'origine tropicale : *Acacia cf. raddiana*, *Cassia italica*, notamment *Boerhavia*, *Combretum*, caractère sec probablement sahélien mais qui peut correspondre à des limites extrêmes de pluviosité annuelle de l'ordre de 100 à 400 mm, sachant les possibilités d'adaptation envisagées pour chacune de ces essences. Notons que les espèces envisagées du genre *Rhus* nécessitent 500 mm d'eau. De ces dernières s'éloigne *Hymenocardia*, dont les exigences sont plus nettement accentuées puisque nous avons vu ce genre, dans la partie la plus septentrionale de son aire de répartition, assez précisément localisé au Sud de l'isohyète des 800 mm (14° N. : Mauritanie méridionale).

2 - un caractère relativement "cohérent" du groupe des éléments méditerranéens s.s. : *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Callitris* ou *Cupressus sempervirens*, *Quercus* type "ilex", *Olea*, dont s'éloignent probablement *Cedrus*, sûrement *Pinus* type "*laricio*" en raison de ses exigences hydriques, peut-être enfin *Quercus* dont l'espèce est indéterminée. Exception faite de ces dernières essences, compte tenu une fois encore de la plasticité dont est capable l'ensemble cohérent des espèces pouvant s'adapter à des milieux secs, il paraîtrait que ce dernier groupe ne soit pas tellement éloigné, quant à ses exigences hydriques, de celui des espèces sahéliennes, en supposant celles-ci croissant dans les conditions les plus favorables, c'est-à-dire voisines de 300-400 mm d'eau. Là encore toutefois intervient le problème du régime thermique et de la périodicité des précipitations. L'ensemble des essences tropicales et méditerranéennes s.s. représentées par leurs pollens constituent la fraction essentielle de la microflore devant être rapportée à des essences arborescentes ou arbusitives ($\approx$ 5%).

3 - une dominance évidente du groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, au sein duquel les formes "désertiques" dans la nature actuelle, sont peut-être moins abondantes que dans les analyses précédentes, ce qu'il est difficile de préciser toutefois, dans l'impossibilité où nous sommes de caractériser les Graminées, le plus largement représentées. Un certain nombre d'essences, non spécifiquement "sahariennes", mais saharo-méditerranéennes ou très nettement méditerranéennes, maintenant absentes de cette région, suggèrent que si la part des espèces strictement adaptées à certains milieux reste la plus conséquente, il ne faut pas négliger la signification d'espèces probablement plus nettement liées au contexte climatique qu'édaphique.

Au terme de cette analyse qui sera interprétée dans le contexte plus général d'un ensemble d'observations recueillies à travers les diverses formations étudiées, il faut situer de nouveau ce Néogène de l'Oued Trick, appartenant déjà au domaine des Chaînes d'Ougarta et donc en bordure de l'un de ces bras lacustres s'insinuant entre les djebels dont la végétation se reflète sûrement dans la microflore pollinique sédimentée alentour.

F - LES FORMATIONS NEOGENES DU FOUM MAROUGA.

Situé à 12 km au Sud de Kerzaz, le Foug Marouga est une sorte de défilé qui fait communiquer la vallée de la Saoura et le Couloir Lagardette. Celui-ci est creusé dans les formations gréseuses siluriennes, parallèlement à l'oued. En plusieurs points, ce type de communication se retrouve le long de la vallée de la Saoura : ces "foums" ou "meksems" ont été fonctionnels dès le début du Quaternaire, assurant le drainage des eaux descendues des Monts d'Ougarta vers la Saoura. Des alluvions en terrasses, d'âge quaternaire ancien, moyen et récent en témoignent.

Au voisinage du Foug Marouga (pl. VI, figure 3), les formations villafranchiennes sont représentées par 5 m de sédiments plus ou moins conglomératiques, dominant le cours actuel de la Saoura d'une soixantaine de mètres et reposant sur un substratum néogène à aspect de "torba", d'ailleurs chargé de galets de schistes issus de ~~romaniements~~ des formations paléozoïques, dans lesquelles les sédiments récents se trouvent emboîtés.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Dans le niveau néogène à la base de la coupe (figure 24), un prélèvement a été effectué, dont un échantillon de 200 g a permis de compter 130 pollens d'espèces diverses, accompagnés de pollens d'Ombellifères en grande abondance. La microflore rassemble les éléments suivants (tableau VIII) :

1 - Un très petit nombre de pollens d'espèces à caractère méditerranéen s.s. que sont :

a) *Pinus* : un seul pollen dont le corps, subcirculaire en vue polaire, mesure selon son grand axe un peu moins de 50 μ , porte des balonnets globuleux à attaches fines, dont l'exine à mailles petites et régulières semble permettre de déterminer *Pinus cf. halepensis*. Au niveau de la calotte du corps du grain, l'exine est épaisse de 2 μ (ectexine = endexine)

b) *Vitis vinifera* : espèce actuellement localisée en Afrique du Nord, à l'état spontané dans les ravins humides et au bord des eaux, principalement dans le Grand Atlas (pl. XV, figures 4-5).

2 - Un groupe de pollens d'espèces à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen :

La microflore ici représentée n'est pas caractérisée par l'intéressante variété des espèces rencontrées dans plusieurs des précédentes analyses.

On y remarque cependant *Ziziphus lotus*, *Ephedra cf. alata* (7%) est le seul élément psammophile à côté duquel figurent des pollens de Chénopodiacees halophiles (10%) et de Graminées (13%) dont il est difficile d'apprécier la signification. Le pourcentage dominant est celui des pollens de Composées tubuliflores (35%). Tous ces pourcentages sont calculés par rapport aux 130 pollens comptés indépendamment de ceux d'Ombellifères.

Outre les pollens des genres ou familles sus-cités ont été déterminés ceux, très peu nombreux, d'un petit nombre de genres qui méritent d'être notés :

- *Trichodesma* : nous n'avons pu préciser s'il s'agissait de *T. calcaratum* ou de *T. africanum*, la première espèce étant une endémique saharienne, la seconde étant considérée comme un *taxa* de liaison soudano-deccanien (1)

- *Astragalus* : le pollen est petit, tricolporé, longiaxe ($P = 20 \mu$); l'exine est réticulée de façon extrêmement fine, l'ectoaperture très longue et étroite est constrictionnée à l'équateur, l'endoaperture est mal visible de part et d'autre de la constriction équatoriale du système apertural.

(1) Rappelons que le genre *Trichodesma* est un élément relictuel xérophile archaïque, de souche africaine, ne participant pas au groupe des éléments d'origine mesogéenne (cf. chapitre II).

Éléments d'origine mésogéenne :

- à caractère méditerranéen s.s. :

<i>Pinus cf. halepensis</i>	1
<i>Vitis vinifera</i>	1

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

<i>Ziziphus lotus</i> (Rhamnaceae)	4
<i>Ephedra cf. alata</i>	10
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	13
Composées tubuliflores	44
Composées liguliflores	2
<i>Artemisia</i> (Composées)	5
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)	1
Graminées	18
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	1
<i>Astragalus</i> (Papilionacées)	1
<i>Peganum harmala</i> (Zygophyllacées)	1
<i>Plantago</i>	1
Crucifères	2
Urticacées	1
Ombellifères (1 espèce)	>140

Élément désertique "africain" (Rand-flora) :

<i>Trichodesma</i> (Boraginacées)	4
Indéterminés	3
Indéterminables	17
<u>Nombre de pollens comptés</u>	130
	+
	>140 (Ombel- lifères)
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.	1,5
% des éléments à caractère arborescent ou arbustif	≈ 4,5

Tableau VIII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes du Fom Marouga.

Comparé aux pollens de plusieurs espèces sahariennes, endémiques pour certaines, le pollen fossile n'est pas identifiable à ceux de 6 d'entre elles : *A. gombiformis*, *A. akkensis*, *A. gysensis*, *A. pseudotrigonius*, *A. mareoticus*, *A. vogelii*. Il existe d'autres espèces sahariennes dont les références ont manqué.

- *Peganum harmala* : le pollen ne présente pas un intérêt particulier. Cette espèce, parmi les Zygophyllacées, caractéristiques des milieux désertiques, est la seule qui soit cosmopolite, plutôt liée à des sols sablonneux mais riches en nitrates.

3 - Un lot très abondant de pollens d'Ombellifères, au moins 140, se trouvant soit isolés (85 pollens) soit agglomérés en une vingtaine de groupes, rassemblant un nombre d'individus souvent difficilement discernables. Dans ce cas il convient de noter leur présence à condition d'exclure ce très grand nombre de pollens des résultats numériques de l'analyse. Il s'agit vraisemblablement d'un cas de fossilisation sur place d'un groupe de pollens non encore dispersés : anthère ou fleur. Il ne peut être question d'une contamination au moment du prélèvement puisque les pollens d'Ombellifères actuelles de cette région sont différents de celui que nous devons bien considérer comme fossile. Tous ces pollens appartiennent à la même espèce : l'analyse morphologique qui suit en a été faite d'après la clé de détermination des pollens d'Ombellifères de France et d'Afrique du Nord donnée par M.T. CERCEAU-LARRIVAL (1959) et les études morphographiques de plusieurs tribus d'Ombellifères publiées ensuite par le même auteur (1962, 1963, 1965). Nous n'avons réussi à approcher très précisément aucun des genres décrits, toutefois nous pensons que l'espèce représentée appartient à la sous-tribu des Tordylinae de DRUDE. Le pollen est l'un des plus petits pollens d'Ombellifères qui aient été décrits, de forme subrectangulaire en vue méridienne, le rapport des axes $\frac{P}{E}$, étant voisin de 2, le plus grand axe P, ne dépassant pas 24 μ . L'ectoaperture est continue et subterminale, l'endoaperture rectangulaire et plate. Aux pôles et à l'équateur, l'exine est d'égale épaisseur (exine P = exine E), mais s'amincit beaucoup dans la zone

subpolaire (exine Z). En l'absence de possibilités de détermination plus précise, on peut cependant insister sur le caractère méditerranéen de l'espèce ici représentée et qui s'intègre dans le groupe des éléments précédents bien que l'on ait été amené, en raison de son abondance, à lui consacrer un paragraphe spécial.

4 - Un pourcentage très notable de pollens indéterminables (13%) qui apparemment ne semblent pas compter d'éléments archaïques, mais seulement des pollens altérés à la suite probablement de mauvaises conditions de fossilisation.

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

La composition de la microflore telle que la révèle cette analyse manifeste une relative pauvreté du point de vue quantitatif, bien que nous ayons compté un peu plus de 100 pollens, mais surtout du point de vue qualitatif, la variété des éléments en présence étant très faible. L'absence d'éléments d'origine tropicale est ici remarquable, mais relativement, précisément, à la pauvreté de la microflore, cette observation est peu significative. Il est possible en effet, qu'une plus grande quantité de sédiment traitée ou quelque autre échantillon prélevé dans la même formation ait fait apparaître l'un de ces éléments qu'ont livrés en plus ou moins grand nombre les analyses précédentes.

La flore pollinique rassemble des représentants de deux groupes :

1 - l'un strictement méditerranéen dans lequel il est envisageable, nous l'avons vu, de réunir *Pinus cf. halepensis* et *Ziziphys lotus*, capables de coexister dans des conditions de semi-aridité accentuées. *Vitis vinifera* peut trouver sa place auprès de ces deux espèces dans le contexte d'une association liée à un point d'eau local.

2 - le second, au sein duquel les psammophytes et les halophytes n'ont qu'une importance faible, tandis que les Graminées et surtout les Composées tubuliflores devenues dominantes, restent peu significatives.

Le genre *Artemisia* ainsi que l'espèce unique représentant les Ombellifères sont plus proches du groupe précédent, méditerranéen.

Nous sommes en présence d'une microflore qui manque de caractères très suggestifs. Le contexte géographique dans lequel se situe le Fom Marouga, étroit couloir transversal recoupant les crêtes primaires, explique peut-être la relative pauvreté de la végétation au voisinage d'un bras lacustre isolé, à la faveur de cette dépression, entre les pentes des djebels, dont pourtant la microflore pollinique devrait, en partie du moins, traduire la végétation. Mais la seule pauvreté de l'échantillon précisément étudié doit peut-être nous engager à considérer éventuellement que cette analyse n'est qu'un mauvais témoin de la composition de la flore pollinique sédimentée à l'époque envisagée. Ici, c'est possible, une étude des variations latérales de la composition de la microflore, révélerait tout l'intérêt de cette méthode suggérée dans le chapitre X. Il faut considérer que l'analyse de cet unique échantillon prélevé au Fom Marouga restera un document sans beaucoup de signification.

G - VUE D'ENSEMBLE DE LA COMPOSITION DE LA MICROFLORE POLLINIQUE DETERMINEE
DANS LES FORMATIONS NEOGENES ENVISAGEES.

ESSAI D'INTERPRETATION.

L'unité géographique et la remarquable uniformité de faciès qui caractérisent les formations néogènes de la Hamada du Guir dont dépendent, vers le Sud, de nombreux témoins de leur extension méridionale à la fin du Tertiaire, conduisent à tenter une vue synthétique des microflore précédemment déterminées et commentées. Cette synthèse doit conduire, en manière de conclusion générale à l'étude palynologique des sédiments néogènes, à un essai d'interprétation de la composition de ces microflore, situées dans le contexte paléogéographique et géologique des formations dont elles sont issues. L'analyse globale résulte, rappelons-le, de l'étude de 24 échantillons parmi lesquels 11 seulement ont livré des pollens, 7 d'entre eux révélant une microflore suffisamment riche pour permettre d'établir des pourcentages (114 à 600 pollens).

En dépit de l'homogénéité de faciès sédimentaire précédemment évoquée, en raison également de l'épaisseur selon laquelle se présente celui-ci, il n'est peut-être pas indifférent de considérer les diverses microflores analysées en tenant compte du fait que les unes et les autres se sont sédimentées à des moments déterminés de cette longue période néogène, au cours de laquelle on ne peut admettre *a priori*, sous le prétexte de seules variations pétrographiques sporadiques et locales, que la végétation ne se soit quelque peu modifiée. Ces considérations n'engagent aucunement les résultats d'un essai de chronologie qu'il semble cependant indispensable de tenter, au risque même de n'apporter que des données approximatives. Un double point de vue, chronologique et botanique devra donc guider cette interprétation des microflores analysées que nous essaierons de situer enfin, dans le contexte plus large des connaissances paléogéographiques et paléofloristiques acquises pour l'ensemble de l'Afrique Nord-équatoriale au cours du Tertiaire.

I - POINT DE VUE CHRONOLOGIQUE.

Les flores polliniques déterminées sont issues de sites géographiquement dispersés, les plus éloignés l'un de l'autre étant séparés de 120 km environ (Béni-Abbès et le Fom Marouga). Par ailleurs, plusieurs microflores ont été reconnues à des niveaux déterminés d'une même coupe (Béni-Abbès, Djebel Jabroun, Sebka el Mellah), tandis que d'autres traduisent le résultat de l'analyse d'un échantillon unique, prélevé dans un niveau de "torba" isolé dont la définition stratigraphique, dans le sous-bassement de formations quaternaires plus récentes, est assez imprécise (Oued Trick, Fom Marouga). Etant en possession de cotes précisant l'altitude des coupes ou niveaux divers envisagés, il serait souhaitable d'établir entre eux une corrélation qui permette de situer, au moins approximativement, les diverses microflores les unes par rapport aux autres. Cette tentative de chronologie pourrait, *a priori*, paraître quelque peu difficile du fait de l'intervention de phénomènes tectoniques post-néogènes qui ont entraîné

un mouvement de bascule des hamadas marocaines vers le Sud, donnant à la surface tabulaire de la Hamada du Guir notamment, une pente relative et provoquant un relèvement de l'ensemble des terrains néogènes recouvrant le Paléozoïque (R. LAVOCAT, 1948-1954; F. JOLY, 1962, pp. 131-132; G. CONRAD, 1969, p. 431, figure 47). Ainsi, dans la mesure où ces formations néogènes hamadiennes résultent de l'extension, sur une surface anté-néogène quelque peu accidentée, d'un immense domaine lacustre de piedmont dépendant des régions atlasiques et, dans la mesure également où ce domaine lacustre s'est étendu bien au-delà des Monts d'Ougarta, ennoyant les zones déprimées de leur piedmont ainsi que les vallées intradjabelliennes, il reste délicat d'établir des corrélations altitudinales entre les formations néogènes hamadiennes actuellement visibles, réhaussées par rapport à leur situation initiale et les dépôts relictuels de même âge dans les Monts d'Ougarta. Cependant quelques précisions propres à chacun des niveaux ou coupes étudiés peuvent peut-être permettre de présumer de leur ancienneté relative.

1 - Béni-Abbès. Sur un profil longitudinal de la Hamada du Guir, donné par G. CONRAD (1969, figure 47), figure une coupe schématique de la Gara Diba, butte isolée de la falaise hamadienne orientale, dont on longe la base sur le côté droit de la piste en quittant Béni-Abbès et qui représente ainsi l'équivalent des formations dans lesquelles ont été prélevées, à gauche de la piste, les échantillons ici étudiés (pl. V, figure 1). Sur le profil dressé par G. CONRAD, le sommet de la Gara Diba se situe à une altitude voisine de 505 m (ce qui définit l'altitude au sommet de la dalle de meulière de notre propre coupe), dominant de 50 m le cours de la Saoura pour lequel est donnée, sur la carte au 1/200.000ème, l'altitude 453 m. De même G. CONRAD estime à 25 m d'après la même figure, l'épaisseur des formations néogènes recouvrant le Paléozoïque de la Gara Diba. Il est probable que, de l'autre côté de la piste, sur la coupe étudiée par nous-même, échantillonnée sur les seuls 20 m supérieurs accessibles, les formations néogènes dépassent quelque peu l'épaisseur qu'elles recouvrent à la Gara Diba. Il nous est apparu en effet, être encore loin d'atteindre la base des dépôts néogènes qui ne laissaient pas paraître le substratum paléozoïque en

cet endroit. Il est évident que la dalle silicifiée qui coiffe la "torba", représente le plus récent témoin de la sédimentation néogène en cette région. On se souvient que des formations encore plus récentes et de même faciès ont été reconnues plus au Nord (à Igli notamment), signifiant qu'à Béni-Abbès les dépôts préservés de l'érosion par la dalle hamadienne ne correspondent qu'à un épisode, au cours des temps néogènes, mais non à la fin de la sédimentation. Compte tenu des déformations tectoniques qui ont affecté la Hamada du Guir jusque dans sa terminaison méridionale, il faut considérer que l'altitude actuelle de la dalle hamadienne est quelque peu sur-estimée par rapport à celle, réelle, à laquelle s'est effectuée la sédimentation dont résulte son édification.

2 - Le Djebel Jabroun. L'altitude de la dalle hamadienne qui coiffe les sédiments néogènes relictuels accrochés au flanc du djebel, a pu être évaluée à 490-495 m approximativement, puisque le sommet de la coupe est situé à 60 m. au-dessus de l'oued Saoura qui coule à 433 m non loin de là. L'importance mesurable du dépôt est, nous l'avons vu, de l'ordre d'une vingtaine de mètres visibles sur la coupe dont la partie inférieure disparaît sous les éboulis.

Il semble évident qu'entre la série néogène de Béni-Abbès et celle du Djebel Jabroun, séparées d'une vingtaine de kilomètres du Nord au Sud, il y a contemporanéité de dépôt, la seule différence altitudinale d'une dizaine de mètres, peut-être même moins, au sommet de la dalle coiffant l'une et l'autre coupe, devant être imputée sans doute aux déformations tectoniques. Ces formations représentent, au Djebel Jabroun, un lambeau hamadien ayant résisté à l'érosion villafranchienne, témoin isolé de l'extension ancienne de la Hamada au-delà de sa limite méridionale actuelle.

3 - L'oued Trick. S'il est facile de déterminer la contemporanéité quasi-certaine des précédentes formations, tenter de situer par rapport à ces dernières, le dépôt des sédiments néogènes visibles à l'oued Trick, n'est pas très aisé. Le Néogène n'est ici qu'à l'état relictuel à la base de la terrasse d'âge quaternaire moyen, représenté par un niveau de "torba" dont l'épaisseur n'a pu être définie, mais est sûrement relative-

ment faible, puisqu'au lieu du prélèvement, l'oued Trick débouche dans la Sebkhah de Guerzim où la Saoura coule, dans les formations paléozoïques, à l'altitude 395 m. C'est dire le très faible développement du niveau de "torba" (5 m ? ou moins ?) qui, au contact direct du Primaire, manifeste un décalage altitudinal de 70 m environ par rapport à la base des formations néogènes hamadiennes. Ce décalage est sûrement le double fait d'une légère surestimation, due à la tectonique post-néogène, de l'altitude réelle des dépôts hamadiens et de l'altitude faible par contre de certaines de ces vallées intradjabelliennes. Du fait de l'existence dans la topographie de différences altitudinales entre le substratum paléozoïque de l'actuelle hamada et les dépressions des Monts d'Ougarta (cf. G. CONRAD, *loc. cit.*, figure 23 a), on est autorisé à penser que les zones les plus basses ont été ennoyées les premières et que l'on serait, à l'oued Trick notamment, en présence d'un Néogène déjà ancien, plus ancien que celui de la Hamada du Guir. Ce mince niveau de "torba" ne serait qu'un témoin de la sédimentation néogène en cette région, relictuel de dépôts sûrement conséquents, ultérieurement érodés au Quaternaire ancien.

4 - Le Foum Marouga. Le problème posé par la présence de formations néogènes au Foum Marouga est tout à fait comparable. Un niveau sporadique de "torba" mêlée de galets paléozoïques remaniés, y supporte, nous l'avons vu, des dépôts d'âge quaternaire ancien. L'altitude de ce dernier qui domine l'oued (alt. 360 m) de moins de 60 m est de l'ordre de 415 m environ. Au Foum Marouga, le Néogène, relictuel de formations anciennement sûrement plus développées, puis disparues au cours de la phase d'érosion aïdienne, se situe donc à un niveau que nous pouvons, dans cette région stable des Monts d'Ougarta, comparer valablement à celui de l'oued Trick, par rapport auquel il est plus élevé de 15 m au maximum et en conséquence plus récent.

5 - La Sebkhah el Mellah. L'altitude remarquablement faible de cette dépression (cote minimum relevée : 293 m) par rapport à la vallée de la Saoura dont elle est séparée par les djebels paléozoïques ne manque pas de poser un problème au moment de comparer les témoins néogènes qui y ont été

étudiés (alt. 330 m) avec les formations précédentes. Pour des raisons diverses dans le détail desquelles il n'est pas utile d'entrer ici, G. CONRAD a recherché si des phénomènes tectoniques, postérieurs au Villafranchien supérieur, n'étaient pas responsables d'un mouvement subsident de cette région. Cette éventualité a été exclue par l'auteur (1969, p. 432) qui pense que la seule action éolienne est responsable "d'un recreusement important de la Sebkha depuis le Villafranchien supérieur", mais que "cette action éolienne ne préjuge en rien de l'évidement primitif de l'anticlinal qui est anté-néogène" et doit "coïncider avec la réalisation du relief appalachien des chaînes d'Ougarta" datant du début du Tertiaire (*loc. cit.*, p. 62). Dans cette hypothèse, il faut alors, pour le moment, admettre que c'est effectivement dans une dépression située à l'altitude actuelle, que se sont sédimentés les dépôts néogènes dont nous avons remarqué, à la base, le caractère assez hétérogène : niveau conglomératique à ciment torbique, marqué d'une discontinuité dans la sédimentation. Notons que dans cette région, au contraire de ce qui a été observé à l'oued Trick et au Foug Marouga, le Néogène est plus épais (6 m), diversifié ("torba" à galets "versicolores" et bancs gréseux) et rappelons que près du Foug el Kheneg, la présence de formations comparables, couronnées par une dalle de meulière bien individualisée a été signalée (*cf. supra*, p. 333). Ceci ne permet aucunement de présumer d'une contemporanéité dans le temps entre le dépôt de cette dernière et celui de la dalle hamadienne inférieure reconnue à Béni-Abbès ou au Djebel Jabroun, puisque l'on sait que l'existence de dalles plus inférieures, sporadiques au sein de la "torba", a été reconnue par G. CONRAD comme un phénomène relativement fréquent.

Dans ce cas très particulier de la Sebkha el Mellah, où toute corrélation avec les coupes précédentes nous a paru devoir être envisagée avec prudence pour les seules raisons d'ordre géomorphologique et tectonique, nous pensons néanmoins que les formations néogènes ne peuvent correspondre qu'à un épisode très ancien de la sédimentation. C'est d'ailleurs ce qu'a suggéré puis confirmé l'examen des flores polliniques recueillies dans les échantillons 2, 3 et 4 issus de la base de la coupe, les seuls

qui aient livré des pollens. Ici, en effet, intervient un élément auquel nous n'avions volontairement pas fait allusion lors du commentaire de l'analyse pollinique, puisqu'il soulève un problème d'ordre stratigraphique qui dépasse le cadre chronologique de cette étude, mais a paru tout à fait intéressant du point de vue géologique. Parmi les abondants pollens considérés comme remaniés et pratiquement tous indéterminables, deux d'entre eux toutefois (niveau 3) ont été identifiés, non sans susciter de surprise, comme des pollens devant être rapportés au type "*Araucaria*" : pollens sphériques, relativement petits (40 μ) par rapport aux plus petits pollens observés dans ce genre (diamètre variant de 60 à 80 μ dans un même montage), mais on se souvient de l'observation identique faite sur le pollen de *Boerhavia*; les pollens fossiles sont inaperturés, l'ectexine pourtant usée, étant nettement granuleuse bien qu'elle semble présenter une sorte d'infrastructure réticulée très tenue, observable sur les fossiles et sur les pollens actuels. Sur l'un des pollens fossiles nous avons tout d'abord interprété comme un simple décollement de l'ectexine ce que G. ERDTMAN (1965, p. 17) considère comme des protubérances, effectivement présentes sur les pollens de certaines espèces actuelles du moins. Le genre *Araucaria* est maintenant essentiellement sud-américain et australien, mais l'étude des bois minéralisés, caractérisant le Continental intercalaire saharien (Crétacé inférieur), a révélé que cette paléoflore était en grande partie composée de bois homoxylés de Gymnospermes dont beaucoup présentent des trachéides à ponctuations araucarioïdes et ont été désignés sous le nom générique de *Dadoxylon* ou *Araucaryoxylon*. La description de ce type a été faite en de nombreux points de l'Afrique du Nord-est et du Sahara septentrional, central et méridional. Dans la région qui nous concerne a été reconnue l'une des plus belles flores du Continental intercalaire : ce sont les bois silicifiés de Reggane qu'a décrits E. BOUREAU (1950), notamment *Dadoxylon* (= *Araucaryoxylon*) *chevalieri*. C'est alors que l'on pressent l'intérêt de la détermination de pollens du type "*Araucaria*" à la base du Néogène dans la Sebkhah el Mollah, dans un dépôt dont le faciès pétrographique a été précisé antérieurement. Quelle est donc la situation géo-

graphique de la coupe étudiée par rapport aux affleurements du Continental intercalaire ou aux points éventuels où il aurait été localisé, sous-jacent à des formations plus récentes ?

Si l'on suit l'orientation NW-SE, commune à la Sebkhah el Mellah et à l'oued Saoura, on rejoint vers le Sud-est, à quelques 150 km. de la coupe étudiée dans le Néogène, les affleurements extrêmement étendus du Continental intercalaire dans toute la région du Gourara et de la dépression du Touat, puis vers l'Est dans le Tidikelt. A l'Ouest de ces affleurements et en direction du Fom el Kheneg, le Continental intercalaire disparaît sous le Néogène peu épais (10 à 12 m au maximum et souvent beaucoup moins) de la Hamada Chammar, dont il constitue le substratum. Par contre il affleure localement sur les rives de l'oued Messaoud, à la bordure W de la Hamada Chammar et sur celles également de l'oued el Tseibat. La limite occidentale "apparente" du Continental intercalaire suit donc approximativement le méridien passant par le Fom el Kheneg (voisin de 1° Longitude W) qui ne se situe plus qu'à 100 km au Sud-est de la région étudiée. Toutefois, G. CONRAD a précisé que des sondages pétroliers effectués par le C.E.P. (Compagnie d'exploration pétrolière) à 35 km environ au Sud du Djebel el Kahal et du Djebel ben Chora, c'est-à-dire à la terminaison du Kahal de Tabelbala, ont mis en évidence, sous des terrains de couverture récents, 50 m. de formations correspondant au Continental intercalaire. Ces formations, bien sûr peu épaisses par rapport à l'importance qu'elles revêtent plus à l'Est (plusieurs centaines de mètres, reconnus par A. de LAPPARENT, et contenant les célèbres faunes de reptiles déterminés par cet auteur, 1960), représentent un jalon sur leur territoire d'extension vers l'Ouest au-delà des limites précédemment fixées. Il est permis de penser semble-t-il, qu'en suivant vers le Nord la ligne méridienne au niveau de laquelle ont été effectués ces sondages, on retrouverait ce Continental intercalaire sous les mêmes formations récentes. Or, en suivant cette direction on atteint le coeur-même de la Sebkhah el Mellah à quelques 25 km. de notre coupe dans le Néogène. L'hypothèse d'une extension des formations continentales d'âge crétacé inférieur jusque dans la région étudiée ne paraît pas impossible.

La faible épaisseur des argilites rouges, relevée à l'occasion des sondages, laisserait présumer qu'à cette limite occidentale, seraient venus mourir les dépôts en s'amenuisant. Dans ce cas ne doit-on pas reconnaître alors un argument venant exclure l'éventualité d'une tectonique récente dans cette région ? Il semble en effet que les dépôts du Continental intercalaire, si peu épais à cette limite possible de leur extension occidentale, n'auraient pu atteindre une zone située à une altitude plus élevée.

Le caractère détritique grossier et perturbé de la sédimentation néogène au point étudié, la présence de ces galets "versicolores" qui ne sont peut-être au sein de la "torba", que des témoins remaniés de l'extension des argilites et quartzites rouges crétacés, laisse supposer que les formations lacustres néogènes sont venues raviner une très faible épaisseur de Continental intercalaire, érodant totalement ce dernier au point de laisser apparaître dans la stratigraphie, un Néogène déposé directement au contact du Précambrien (ou du Paléozoïque).

L'intérêt de la reconnaissance de pollens devant être rapportés à une forme ancestrale du moins de l'actuel genre *Araucaria*, est d'avoir peut-être permis de préciser l'extension, probablement la plus occidentale, de l'aire de recouvrement des formations continentales intercalaires. Tout ce faisceau d'observations rapportées ici autorise à émettre cette hypothèse qui paraît tout aussi vraisemblable que celle d'une contamination des formations néogènes au moment de leur dépôt par des pollens transportés par le vent depuis les zones où le Continental intercalaire est actuellement localisé avec certitude. Les paléoflores de cette époque ancienne comptent, à côté d'*Araucarioxylon*, plusieurs types de conifères (*Podocarpoxylon* entre autres) ainsi que quelques dicotylédones. Il est probable qu'une grande partie des éléments indéterminables que nous n'avons pas eu la chance de pouvoir reconnaître, comme cela a été possible pour *Araucaria* sont, comme les pollens de ce dernier des éléments remaniés.

Le Néogène de la Sebkh el Mellah, au point étudié, est donc très ancien par rapport aux dépôts de cet âge dans le bassin du Sahara nord-occidental.

Puisque nous avons évoqué précédemment les formations néogènes les plus méridionales reposant sur le Continental intercalaire, notons que des altitudes plus faibles encore que dans la Sebkhah el Mellah y ont été relevées, principalement à la surface de la Hamada Chammar (altitude voisine de 300 m).

Après avoir ici longuement développé le problème du Continental intercalaire et de la flore qui le caractérise, nous sommes en mesure de préciser l'origine vraisemblable du fragment de pollen de *Podocarpus* que nous pensions avoir reconnu dans un échantillon isolé, prélevé dans les formations hamadiennes à proximité de Béni-Abbès (cf. *supra*, p. 315 , *addendum*). A cette latitude nous ne pouvons plus parler de Continental intercalaire mais de Crétacé inférieur ou même de formations plus récentes. On ne peut cette fois envisager qu'une origine lointaine de ce pollen très probablement remanié de formations hamadiennes septentrionales. On connaît l'existence de *Podocarpoxydon aegyptiacum* notamment, depuis le Crétacé inférieur jusqu'à l'Oligocène inférieur (peut-être le Miocène inférieur), en Egypte et en Lybie. Egalement est connu un *Protopodocarpoxydon teixeirae* dans le Crétacé inférieur du Haut-Atlas, mais ce dernier montre une structure mixte araucarioïde et abiétinienne, ce qui ne permet de présumer du type pollinique correspondant. Peut-être faut-il plutôt opter pour rapporter le pollen identifié au genre *Podocarpoxydon*.

En conclusion de ces quelques réflexions relatives à la situation des formations néogènes envisagées il est possible de penser que :

- les coupes de Béni-Abbès et du Djebel Jabroun constituent deux témoins contemporains de la sédimentation néogène à la partie méridionale de la Hamada du Guir.

- la "torba" de l'oued Trick doit être relictuelle de dépôts néogènes déjà anciens sédimentés en cette région, antérieurs à ceux de la Hamada du Guir, le niveau du Foum Marouga se situant dans le temps quelque peu postérieurement à celui de l'oued Trick.

- les formations de la Sebkhah el Mellah semblent devoir être rapportées à un épisode extrêmement ancien de la sédimentation néogène, idée que viennent appuyer les données de l'étude palynologique. L'hypothèse a été soulevée d'une extension jusqu'en cette région, des dépôts du Continental intercalaire, que seraient venues raviner totalement les formations néogènes, idée qui conduirait probablement à exclure la possibilité d'une tectonique récente dans cette dépression.

II - Point de vue botanique.

La juxtaposition d'éléments d'origines diverses a été mise en évidence en chacune des microflore issues des sédiments néogènes, microflore dont la composition vient d'être commentée. Par ailleurs, les caractéristiques biologiques des éléments en cause ont été précisées autant qu'il a été possible. Nous sommes en mesure maintenant de rassembler toutes ces données afin de définir une image synthétique de la composition de la microflore pollinique sédimentée au cours des temps néogènes, puis d'en tenter une interprétation.

1 - Les éléments d'origines diverses entrant dans la composition de la microflore.

Eléments d'origine tropicale, éléments d'origine mésogéenne à caractère tempéré, méditerranéen s.s., plus ou moins désertiques ou méditerranéens ont été reconnus dans l'ensemble de cette microflore dont voici la composition :

- Eléments d'origine tropicale.

Peu abondants dans les formations étudiées à Béni-Abbès et au Djebel Jabroun, absents de la "torba" prélevée au Foum Marouga, ces éléments présentent par contre une très intéressante diversité, si l'on considère globalement les analyses d'échantillons de "torba" de l'oued Trick et de la Sebkhah el Mellah. Il est possible, pour l'ensemble des formations néogènes, de schématiser ainsi les remarques qu'ils suggèrent :

a) La majorité d'entre eux peuvent être réunis en un groupe cohérent, compte tenu de l'actuelle localisation de chacun d'eux, des caractéristiques biologiques liées à leur extension géographique et de la remarquable capacité d'adaptation de quelques-uns à des variations notables des conditions écologiques. Ce groupe, marqué d'un caractère nettement sahélien compte : *Acacia* sp. (groupe des "gommiers"), *Acacia* cf. *reddiana* *Cassia italica* (et peut-être *Cassia* sp.), *Boerhavia* *Combretum* (*C. glutinosum* ? et peut-être *Combretum* sp.) et deux autres espèces plus précisément ripicoles, *Crataeva religiosa* , *Sizygium* (*S. guineense* ?). Nous avons situé au voisinage de 350-400 mm la valeur de la pluviosité moyenne annuelle que semble nécessiter cette association.

Biologiquement proches de ces quelques espèces ou s'en éloignant peu, ne peut-on envisager, liés à ce groupe, l'espèce orientale du genre *Acacia* qui paraît vivre en conditions semi-désertiques et le genre *Rhus*, dans la mesure où il est possible que ce dernier soit représenté par l'une des espèces actuellement ouest-africaines, notamment *Rhus longipes*, la plus septentrionale, ripicole, mais vivant avec 500 mm d'eau. Il est évident qu'il n'est pas confirmé qu'il s'agisse de cette espèce, ce qui laisse subsister un doute quant à la signification de la présence du genre.

Une nuance sahélienne caractérise donc le groupe des éléments d'origine tropicale présents dans les microflore de l'oued Trick et de la Sebkhah el Mellah.

b) deux espèces, l'une déterminée (*Hymenocardia*), l'autre dont la détermination est restée problématique (cf. *Chaetocarpus* ?) manifestent des nécessités hydriques plus élevées qui en font des essences nettement soudano-guinéennes pour la première (800 mm.) et plus humide encore pour la seconde (1000 mm au minimum). *Hymenocardia* fait partie de la microflore de l'oued Trick, donc se situe à côté du groupe considéré comme sahélien auquel il ne semble pouvoir être associé, du moins eu égard à ce que l'on observe dans la nature actuelle. Le genre *Chaetocarpus* (cf.?) est présent avec *Rhus* dans la microflore de la "torba" à Béni-Abbès.

c) enfin, rappelons l'intérêt que nous avons attaché à la représentation simultanée, bien qu'à des niveaux différents de la "torba" du Djebel Jabroun, des genres *Pittosporum* et *Argania*, l'un et l'autre ayant des liens avec la flore macaronésienne (cf. *supra*, p. 331). La présence d'*Argania* au Néogène authentifie bien, au Maroc actuellement, le caractère de "relique tropicale tertiaire", que les botanistes ont depuis longtemps attribué à ce genre. On peut penser que les conditions d'humidité supposées nécessaires au développement des éléments à caractère sahélien, ont été également favorables à l'arganier, si l'on se souvient que ce dernier subsiste actuellement, à l'état exceptionnel, dans les Beni-Snassen. Sa présence y est considérée comme aberrante mais laisse supposer une extension, plus large dans le passé, de son aire de répartition, sous des conditions probablement légèrement plus humides que celles qui lui sont le plus propices actuellement.

Rappelons seulement la représentation par leurs pollens de quelques espèces appartenant aux familles des Anacardiacees, Sapotacees, cf. Euphorbiacees, Mélastomatacées ? (peu probable, le pollen étant plus vraisemblablement un pollen de Combretacée cf. *Combretum*) qu'il est impossible de définir écologiquement.

Ainsi, cet ensemble d'éléments d'origine tropicale, reconnu à travers la sédimentation néogène manifeste, autour d'un groupe "cohérent" et varié, à caractère sahélien, quasi-exclusivement représenté dans les microflores de l'oued Trick et de la Sebkha el Mellah, la présence d'un plus petit nombre d'espèces dont les caractéristiques biologiques paraissent incompatibles avec les possibilités de développement qu'offre le régime pluviométrique de la partie la plus soudanaise de la zone sahélienne.

Ces éléments à caractère tropical ne constituent qu'une infime proportion de la microflore (2% de la flore pollinique de l'oued Trick et de la Sebkha el Mellah et moins encore dans les autres niveaux).

- Eléments d'origine mésogéenne, à caractère tempéré.

Alnus, *Taxus*, *Castanea* sont représentés par un unique pollen, sauf exception, dans les microflores de Béni-Abbès et de la Sebkhe el Mellah. Peut-être faut-il leur adjoindre certains pollens de *Pinus* restés indéterminés (plusieurs étant considérés comme remaniés), dans la flore pollinique du Djebel Jabroun, mais plus particulièrement de l'oued Trick et de la Sebkha el Mellah. Rappelons que plusieurs de ces pollens n'ont paru pouvoir être rattachés aux espèces actuelles du bassin méditerranéen.

S'il est possible d'admettre qu'*Alnus*, présent dans le Rif et le Djurjura (*A. glutinosa*), sous des conditions de pluviosité largement supérieures à 1000 mm, puisse, à la faveur de milieux humides survivre à des conditions de sécheresse déjà accentuées (l'espèce que nous pensons avoir déterminée, *A. subcordata*, étant de fait déjà adaptée à un milieu méditerranéen), il paraît évident que la présence de *Castanea* et *Taxus* n'est pas envisageable sous de telles conditions. Quant aux pollens de *Pinus* placés dans ce groupe, c'est le problème de leur origine (lointaine, étrangère au bassin méditerranéen ?) qui est en cause.

- Eléments d'origine mésogéenne, à caractère méditerranéen s.s.

De façon un peu comparable au groupe des éléments d'origine tropicale, l'ensemble des essences à caractère méditerranéen s.s. permet de différencier :

a) une association cohérente que forment *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Callitris* ou *Cupressus sempervirens*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea* (et *Olea sp. ?*), *Erica arborea* et peut-être, *Rhus cotinus* et *Vitis vinifera*, dont les possibilités minima d'adaptation à la sécheresse ont été situées au niveau d'une valeur moyenne de la pluviosité annuelle équivalente de 300-400 mm.

b) un petit nombre d'espèces qui, ici encore, présentent des exigences faiblement ou plus largement éloignées de cette limite : *Fraxinus sp.* (non *F. excelsior*, non *F. ornus*, ce peut être une espèce ripicole capable de s'adapter toutefois aux conditions précédentes), *Cedrus* (si l'on envisage

la limite inférieure de pluviosité permettant dans certains cas son développement : 500 mm d'eau, . chapitre X), probablement les espèces du genre *Quercus* dont le pollen n'est pas du type "*ilex*" (encore que *Quercus suber* par exemple, vive avec 600 mm d'eau en Algérie et seulement 400 au Maroc, où les températures basses compensent la faiblesse des pluies), sûrement enfin *Pinus* type "*laricio*" nécessitant plus de 1000 mm de pluies annuelles.

Une incompatibilité, déjà évidente au sein des éléments à caractère tropical, apparaît manifestement entre cette association "cohérente" d'espèces capables de s'adapter à des conditions de sécheresse accentuée et le tout petit nombre de celles plus exigeantes. Le pourcentage selon lequel on rencontre cet élément à caractère méditerranéen s.s. dans la microflore des formations néogènes est variable : les valeurs 1,5, 2, 4, 8% au maximum ont été relevées dont on peut seulement dire, à présent, qu'elles sont significatives de sa pauvreté.

- Eléments d'origine mésogéenne à caractère désertique-sub-méditerranéen- méditerranéen.

Quelle que soit l'analyse envisagée, il est évident que la microflore pollinique est dominée par un petit nombre de genres ou familles représentés cependant par des pourcentages variables suivant les échantillons étudiés. Ces variations, à quelques exceptions près, manquent de signification dans un faciès sédimentaire homogène dont les seules modifications sont sporadiques et locales. Les genres et familles les mieux développés sont *Ephedra* cf. *alata*, *Cornulaca monacantha* (Chénopodiacee psammophile), les Chénopodiacees halophiles (type "*Atriplex*"), les Composées (s.l.), les Graminées dont les pourcentages sont regroupés pour mémoire, dans le tableau suivant:

	<i>Ephedra</i> cf. <i>alata</i>	<i>Cornulaca</i> <i>monacantha</i>	type " <i>Atriplex</i> "	Composées	<i>Artemisia</i>	Graminées
Béni-Abbès	27%	7%	0	16%	+	16%
Dj. Jabroun	17%-32%	6%+	6%-6%	0%-12%	20%-28%	12%-9%
F. Marouga	7%	0	10%	35%	+	13%
Od. Trick	7%	7%	10%	7%	5%	25%
S. el Mellah	19%-17%	8%-10%	8%-10%	+7%	13%-15%	5%-10%

Ce tableau, ainsi que les données recueillies au fur et à mesure des analyses, à propos de tel ou tel genre ou espèce, suggèrent, quant à la composition de cet élément dominant marqué d'une nuance plus désertique ou méditerranéenne, les remarques suivantes :

a) il rassemble en général un pourcentage notable de pollens, témoins du développement de genres ou espèces à caractère édaphique certain :

- *Ephedra cf. alata*, psammophile, que nous voyons assez largement représentée à Béni-Abbès, au Djebel Jabroun, dans la Sebkhah el Mallah (17 à 32%), y traduisant l'extension de cette espèce à la faveur de nappes sableuses ou de dunes émergées entre les zones lacustres (pourcentage élevé dans l'échantillon de grès de Béni-Abbès qui correspond précisément à la fossilisation d'un bras dunaire). Que la valeur du pourcentage d'*Ephedra* diminue considérablement dans la microflore de l'oued Trick et du Foum Marouga (7%) s'explique aisément, du fait que ces vallées submergées entre les djebels étaient, au Néogène, déjà isolées géographiquement et seulement dépendantes des plus vastes nappes lacustres parcourues de dunes, s'étendant alentour des massifs d'Ougarta.

- *Cornulaca monacantha*, également psammophile, accompagne *Ephedra* selon un pourcentage quasi-permanent et stable (6 à 10%) et, représentées par un tout petit nombre de pollens, deux espèces adaptées au milieu sableux doivent également être citées : *Cyperus conglomeratus* et *Calligonum*.

Ce groupement à caractère édaphique, tout à fait adapté au milieu désertique dans la nature actuelle, étant bien défini dans l'ensemble des microflores analysées, par la présence des espèces précédentes, il ne doit échapper cependant qu'en l'absence de déterminations génériques au sein des Graminées et des Composées, on doit envisager l'éventualité qu'une partie (la totalité ?) des Graminées, une partie peut-être des Composées également (sauf *Artemisia* et le petit nombre des Composées liguliflores) vienne accroître l'importance de cette association. Les Graminées psammophiles sont, au Sahara actuellement, nous l'avons vu en étudiant les paysages botaniques, de loin les plus abondantes, le nombre de celles hygrophiles étant très minime

Toutefois dans le contexte du milieu caractérisant le Néogène, où les sables émergés étaient tout à la fois propres au développement d'espèces psammophiles et, sur leurs bordures humides, d'autres espèces, hygrophiles, il est vraiment impossible de se prononcer quant à la signification de cette famille.

Notons que le pourcentage le plus élevé de Graminées (25%) se trouve précisément dans la "torba" de l'oued Trick dont nous expliquions précédemment la pauvreté en pollens d'*Ephedra* par l'isolement de cette vallée submergée par rapport au plus vaste domaine lacustre.

C'est dire, qu'il ne peut résulter d'une tentative de raisonnement à partir de ces pourcentages, que des données très hypothétiques et extrêmement fragiles. A l'élément psammophile est rattaché *Anabasis articulata*, espèce "saharienne".

Quant aux Composées (autres que *Artemisia* et les Composées liguliflores), on peut aussi évoquer l'éventualité du développement de *Cotula cinerea*, strictement désertique, inféodée aux sables, aux bordures d'ergs notamment. Nous avons vu dans un chapitre précédent (cf. chapitre IX), qu'au pollen de *Cotula cinerea*, de petite taille et dont nous avons pu définir l'ornementation de l'ectexine, pourrait tout à fait correspondre une partie de ces pollens fossiles de Composées, toujours petits, parmi lesquels beaucoup montrent une organisation de l'ornementation échinulée analogue à celle des pollens de *Cotula*. Ici encore, ce n'est qu'une suggestion et de même que pour les Graminées, nous remarquons que le plus fort pourcentage se trouve dans la "torba" du Fom Marouga, plus isolé encore que l'oued Trick.

Au nombre des associations à caractère édaphique, comptent les Chénopodiacées dont le pollen est du type "*Atriplex*", association considérée comme halophile, dont la représentation relativement faible a été remarquée dès les premières réflexions suggérées par l'analyse de la "torba" de Béni-Abbès et s'est trouvée confirmée par le pourcentage, quasiment stable, selon lequel elle est marquée dans les diverses microflores (6 à 10%). Nous avons à ce propos évoqué le caractère évaporitique peu accentué d'un milieu probablement suffisamment humide pour compenser les effets asséchants de tem-

pératures supposées élevées. On peut penser que les bords de lacs, au niveau vraisemblablement fluctuant, constituaient des zones d'assèchement local et périodique où les précipitations de chlorures favorisaient l'extension de quelques espèces halophiles. Celles-ci sont totalement absentes de la microflore analysée dans l'échantillon gréseux issu du banc dunaire fossilisé à Béni-Abbès, remarque qui ne manque pas d'être significative. Un très petit nombre de genres ou espèces non spécialement adaptés à l'un de ces milieux, mais strictement désertiques seront notés ici : *Fagonia* (dont *F. bruguieri*) *Trichodesma* et *Reseda cf. villosa*, ces deux dernières ayant quelque affinité avec les flores africaines plutôt que méditerranéennes.

b) s'il a été nécessaire d'envisager que les Graminées et peut-être une partie des Composées, puissent participer, dans cette microflore, au groupe des éléments à caractère édaphique et désertique, on ne peut les exclure *a priori*, partiellement du moins (les Composées principalement, cf. chapitre IX, discussion relative à la morphologie des pollens et à leur identification possible à ceux de plusieurs espèces), d'un groupe d'éléments qui sont marqués d'une nuance nettement méditerranéenne ou sub-méditerranéenne. Dans ce groupe sont également rassemblés des éléments représentés par un nombre de pollens faible (excepté *Artemisia*), ou souvent même par un seul pollen. On y distingue :

- des éléments encore limités au territoire saharien mais considérés comme saharo-méditerranéens : *Paronychia arabica*, *Sclerocephalus arabicus*, *Silene setacea*.

- des éléments qui pénètrent en territoire nord-désertique, capables de s'adapter à des conditions précaires, mais trouvent leur plein épanouissement en deçà du désert, dans les Hautes Plaines du Sud-oranais, raison pour laquelle nous avons plusieurs fois évoqué leur parenté plus grande avec les éléments méditerranéens s.s. qu'avec les "désertiques". Ce sont principalement *Ziziphys lotus* et *Artemisia* (plusieurs espèces), méditerranéennes. La représentation d'*Artemisia* est variable suivant les microflores analysées mais parfois importante.

Limoniastrum cf. feei, lié aux rochers primaires des Monts d'Ougarta, dépasse également vers le Nord les limites du désert mais reste attaché à des milieux secs.

Androcymbium gramineum, étant donnée son extension géographique qui dépasse l'Afrique et, bien que liée probablement aux éléments psammophiles, peut être placée dans ce groupe, de même que le genre *Cistanche*.

- des éléments sûrement méditerranéens, étrangers au territoire désertique : une Rosacée (non *Neurada*), *Centaurea* (non *C. pungens*), *Haplophyllum cf. buxbaumii*, ainsi que les assez nombreuses espèces d'Ombellifères différenciées.

- enfin, quelques espèces cosmopolites : *Pegonum harmala*, cf. *Samolus valerandi* et peut-être (?), parmi les Composées, *Gnaphalium luteo-album*, ces deux dernières plantes étant liées aux milieux humides. Une spore de Ptéridophyte identifiée signifie la présence d'une espèce dont l'écologie sera rapprochée de celle des deux précédentes.

D'un petit nombre de genres ou familles pour lesquels manque une détermination plus précise, nous ne pouvons rien dire : *Rumex*, *Plantago*, les Crucifères, les Urticacées, une Papilionacée et une espèce du genre *Astragalus*.

La composition de cette microflore à caractère désertique ou plus ou moins sub-méditerranéen-méditerranéen, issue des formations néogènes, conduit à re-situer ici la discussion engagée lors de l'étude critique de la composition d'une microflore plus récente, quaternaire, d'ailleurs déterminée au Fouta Marouga (cf. chapitre X). Nous rappellerons seulement que ces précédentes réflexions ont mis en évidence le caractère hétérogène de l'élément en question, dont une partie des essences représentées sont biologiquement proches de l'élément méditerranéen s.s., considéré au niveau de ses exigences écologiques minima, tandis qu'un ensemble d'espèces, essentiellement liées aux conditions de milieu (*Ephedra*, Chénopodiacées notamment), posent le problème des limites supérieures d'humidité pour lesquelles il reste encore

possible d'envisager leur développement. Nous avons vu que l'élément qui paraît être le plus limitatif est *Ephedra cf. alata* dont on s'est demandé si, au regard de sa répartition actuelle, on pouvait admettre qu'il se maintienne sous un régime de précipitations de l'ordre de 200 mm annuels. Les Chénopodiacées halophiles sont apparues moins restrictives. Quant à ces deux éléments, nous avons suggéré que des conditions atmosphériques moins précaires, dans le passé, que celles régnant actuellement sur cette région, n'aient pas été défavorables à leur maintien, sans qu'il soit pour autant possible d'appuyer cette hypothèse de valeurs bien précises de ces conditions.

2 - Essai d'interprétation de la composition de la précédente microflore.

La synthèse qui vient d'être faite a permis de donner une image globale de la microflore sédimentée au cours du Néogène et de rappeler le contexte biologique que traduisent les différents éléments qui la composent.

- Du seul point de vue des conditions d'humidité dont devait bénéficier ce domaine lacustre parcouru d'un laçis de cordons sableux et dont émergeaient les chaînes d'Ougarta, la microflore dans sa composition fait apparaître :

a) la coexistence d'espèces d'origine tropicale rassemblées en un petit groupe à caractère sahélien et d'un ensemble d'essences méditerranéennes s.s., dont nous avons montré que les unes et les autres pouvaient se satisfaire de 350 à 400 mm d'eau reçue annuellement. Ces espèces sont réunies selon un pourcentage toujours inférieur à 8 (valeur moyenne : 5-6%) par rapport à l'ensemble de la microflore.

b) la surabondance de l'élément à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen qui compte :

- des espèces dont la présence paraît manifestement liée à des caractères édaphiques et qui sont adaptées à des formations sableuses, non nécessairement dunaires d'ailleurs (*Ephedra cf. alata*, *Cornulaca monacantha*, Graminées p.p. ?, Composées p.p. ?). Ces dernières soulèvent ici un problème car les conditions hydriques dans lesquelles elles vivent dans la nature ac-

tuelle, sont nettement inférieures à celles supposées nécessaires au groupe précédent (1)

- un ensemble d'espèces à caractère sub-méditerranéen-méditerranéen plus ou moins nettement accentué, dont certaines (*Artemisia*, *Ziziphus lotus*, Ombellifères, parmi les plus caractéristiques) sont de toute évidence capables de s'adapter aux conditions d'humidité que réclament les espèces tropicales et méditerranéennes *s.s.*

c) un petit lot de pollens d'espèces qui sont soit nettement désertiques, sans être pour autant inféodées à un milieu particulier, soit au contraire adaptées à des conditions actuellement nettement plus humides, dépassant largement les 400 mm qui semblent convenir à l'association que nous avons définie précédemment. Ces espèces appartiennent aussi bien à l'élément d'origine tropicale (*Hymenocardia*) qu'à l'élément d'origine mésogéenne (*Pinus* type "*laricio*", *Taxus*, *Castanea*, *Cedrus*).

- Comment comprendre alors la juxtaposition de ces trois groupes d'éléments dans la microflore ?

Si l'on part du principe que rien ne permet de considérer, *a priori*, une partie au moins de cette microflore représentant des espèces à présent absentes de la région étudiée, comme n'étant pas *in situ*, il faut admettre que des conditions d'humidité suffisantes ont régné sur le vaste domaine lacustre néogène pour permettre au groupe des éléments "sahéliens" et méditerranéens *s.s.* d'y trouver un habitat favorable. Il se pose certes, le problème du rythme des précipitations, actuellement hivernal pour les espèces méditerranéennes, estival pour les tropicales. Faut-il évoquer, au Néogène,

(1) Dans le chapitre III (p. 64), nous avons rappelé à la suite de Ph. GUINET (1958), qu'en quelques points privilégiés des pentes rocheuses de Monts d'Ougarta notamment, vivent, à l'état relictuel, un petit nombre d'espèces à affinités tropicales marquées : *Maerua crassifolia*, *Gymnosporia senegalensis*, *Cocculus pendulus*. Les conditions écologiques dans lesquelles elles survivent permettent aussi le développement d'espèces à affinités méditerranéennes certaines, mais également l'implantation d'*Ephedra alata* dans les lits sablonneux des oueds. Toutes ces essences vivent sous des conditions de pluviosité identiques.

une répartition à peu près régulière des précipitations, convenant aux unes et aux autres, ou au contraire des variations de leur rythme, ou plutôt un régime de pluies à dominance méditerranéenne, mais accompagnées de températures élevées assurant le développement des espèces sahéliennes ? Il semble que les espèces méditerranéennes rassemblées dans cette microflore soient susceptibles de supporter de fortes températures et, d'autre part, il est devenu suffisamment évident que toute la microflore est dominée par l'élément d'origine mésogéenne, pour que l'on ait des raisons de penser que le régime pluviométrique était plutôt de type méditerranéen.

Quant à l'adaptation au milieu des diverses espèces, sahéliennes ou méditerranéennes *s.s.*, il apparaît qu'elle suppose des implantations variées. Si l'on ne peut envisager que *Pinus cf. halepensis*, *Quercus ilex* ou les diverses Cupressacées, aient vécu ailleurs que sur les parties sèches des pentes cependant arrosées des djebels, nous devons par contre localiser certaines autres espèces (*Erica arborea*, *Olea* probablement, *Argania*, les essences sahéliennes ripicoles : *Sizygium*, *Crataeva religiosa*) en bordure d'un réseau de petits oueds qui devaient sillonner ces pentes, entraînant les eaux des pluies vers les lacs. De même ces bords de lacs devaient représenter un milieu d'élection pour de nombreuses espèces nécessitant un milieu humide. C'est évidemment dans les Monts d'Ougarta, sur les pentes ou au bas de celles-ci, à proximité des bordures lacustres, qu'il faut imaginer ces espèces variées sub-méditerranéennes ou méditerranéennes dont la microflore révèle l'existence. De même les pentes du Djebel Jabroun ont sûrement abrité les méditerranéennes les plus xérophiles tandis qu'*Erica arborea*, *Argania* et peut-être *Olea*, *Fraxinus* (?), *Pittosporum* étaient plus précisément localisés à proximité de points d'eau. C'est par contre, dispersée çà et là au gré d'une évolution probable de la physionomie du paysage lacustre, que s'épanouissait cette végétation psammophile représentée par les espèces dont la microflore nous a révélé la présence avec certitude (*Ephedra*, *Cornulaca*) et celles pour lesquelles on ne peut qu'exprimer des présomptions (Graminées, Composées ?). Les Chénopodiacées halophiles étaient alors, nous l'avons dit, probablement installées sur les bords des lacs où les phénomènes d'évaporation devaient leur offrir un milieu favorable.

Mais alors, proposant cette dispersion des espèces sahéliennes ou méditerranéennes au sein des djebels, à la faveur des précipitations que nous avons évaluées, nous supposons que des pluies du même ordre alimentaient l'ensemble des lacs d'où pointaient les Monts d'Ougarta, car il est peu vraisemblable qu'il soit possible de différencier deux domaines soumis à des valeurs éloignées de la pluviosité : le massif des djebels et le pays lacustre alentour, étant données les différences d'altitude relativement faibles les caractérisant. Cela pose par rapport à la flore psammophile et aux conditions écologiques dans lesquelles nous savons qu'elle vit actuellement, un important problème d'adaptation. Pourquoi *Ephedra alata* ne figure-t-elle plus dans les relevés effectués au Sud des Eglab ? S'il est possible qu'elle ait vécu, au Néogène, dans les conditions de pluviosité évoquées, pourquoi ne la retrouve-t-on pas dans les formations dunaires du Nord-Est du Tchad, en régime désertique atténué (isohyètes 200-300 mm) ? Son extension saharienne actuelle est finalement extrêmement limitée au Sahara nord-occidental, septentrional et oriental. Probablement faut-il alors invoquer la raison-même qui a conduit P. QUEZEL (1965) à expliquer l'absence de Chénopodiacées au Sahara méridional : leur incapacité à supporter notamment le régime estival des précipitations. *Ephedra alata*, spécifique des sables sahariens, est étroitement localisée au Sahara d'influence méditerranéenne et exclue des formations dunaires du Sahara méridional ou des zones plus sahéliennes pour cette raison probablement. Ce serait un argument d'ailleurs en faveur d'un rythme méditerranéen prédominant, caractérisant le régime des pluies au Néogène. Quant à *Ephedra cf. alata* et aux éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen, il semble maintenant que nous ne puissions imaginer leur développement à cette époque, en pays lacustre, que sous les conditions-mêmes de pluviosité reçue par les Monts d'Ougarta (ou sous des conditions peu éloignées) c'est-à-dire environ 350-400 mm de pluies en moyenne. Rappelons alors les quelques arguments évoqués en faveur d'une adaptation éventuelle d'*Ephedra cf. alata* à des conditions moins désertiques que celle que lui offre apparemment son milieu actuel : le développement de son système racinaire en quête des eaux profondes et son insertion dans une association hygrophile au Tadmait.

Que penser alors de la présence dans la microflore des genres *Rhus*, *Hymenocardia*, *Chaetocarpus* (cf. ?) et des espèces méditerranéennes ou tempérées nécessitant 500, 800, 1000 mm d'eau et davantage ? Que penser également de la présence de *Cedrus*?

Nous pensons que *Pinus* type "*laricio*" et les autres espèces du même genre restées indéterminées ainsi que *Castanea* et *Taxus* doivent être considérés comme des éléments allochtones venus des régions atlasiques, transportés par l'eau ou plus probablement par le vent. Nous avons vu qu'il n'était pas exclu qu'*Alnus* cf. *subcordata* puisse trouver sa place comme un élément hygrophile dans le contexte de lieux humides en permanence. Il reste encore difficile d'admettre que *Cedrus* ait pu s'adapter au régime climatique dont l'hypothèse est ici proposée et son pollen serait alors allochtone. Le genre *Rhus*, ripicole, a dû profiter de conditions suffisamment favorables, liées à un habitat particulier qui a compensé l'insuffisance probable des précipitations. A propos d'*Hymenocardia* enfin nous ne savons nous prononcer. S'il s'agit d'*Hymenocardia acida*, faut-il penser que son extension a été plus large, vers le Nord, qu'actuellement et que la présence du pollen dans la microflore résulte d'un apport par un courant aérien ? Faut-il au contraire penser qu'en dépit de ses nécessités hydriques cette espèce ait migré à la faveur de galeries boisées bordant un éventuel réseau hydrographique ancien d'origine méridionale et qu'elle ait pu bénéficier d'un microclimat privilégié, au voisinage de l'oued Trick où probablement les seules précipitations ne lui ont pas été suffisantes mais où peut-être elle a trouvé une compensation dans l'humidité permanente de ce biotope ? Il est certain qu'*Hymenocardia* ne paraît pas à sa place parmi les éléments d'origine tropicale dont on admet la présence dans les Monts d'Ougarta au Néogène.

Quant à *Chaetocarpus* (cf. ?), nous restons dans l'impossibilité d'expliquer sa présence et nous l'envisageons avec réserve.

III - CONTEXTE PALEOGEOGRAPHIQUE ET PALEOFLORESTIQUE DANS LEQUEL SE SITUENT LES RESULTATS DE CETTE ETUDE.

Très rapidement ont été esquissées, au cours de l'introduction géologique préliminaire à cet ensemble d'analyses, les limites paléogéographiques entre lesquelles on peut supposer l'extension, au Néogène, de l'aire de sédimentation des formations étudiées. Cependant, en présence des résultats palynologiques obtenus, on ressent l'intérêt qu'il y aurait sans doute à situer les données floristiques dont ils témoignent, dans le contexte plus large des connaissances que l'on possède de l'histoire du peuplement végétal de l'Afrique nord-équatoriale au cours du Tertiaire. Cette histoire est liée, dans les régions les plus septentrionales, à l'évolution tectonique du domaine mésogéen, dans sa partie méridionale du moins.

Il est hors de propos d'entrer dans le détail de l'orogénèse atlasique extrêmement complexe et qui a fait l'objet de nombreux travaux. Nous retracerons seulement pour le Nord de l'Afrique, de façon très schématique, les lignes majeures de cette évolution tectonique à ses débuts. La première phase de l'orogénèse atlasique, contemporaine des plissements pyrénéens à la fin de l'Eocène, aurait porté à des altitudes voisines de 6000 m les plus hauts sommets des montagnes nord-africaines. Ce n'est cependant qu'à l'Oligocène que les mouvements tectoniques, dans la zone mésogéenne, atteignent leur paroxysme, provoquant une émergence de toute la Méditerranée occidentale, phénomène dont l'ampleur considérable et le mécanisme ont été étudiés par L. GLANGEAUD (1956, 1957). De l'édification de cette Tyrrhénide résulte la surrection d'un ensemble africano-bétique qui, dès cette époque, a joué un rôle de tout premier ordre dans la migration des flores européennes méridionales vers le continent africain. Si la majeure partie de la végétation oligocène, en France méridionale notamment, était typiquement tropicale (ce dont témoignent entre autres les macroflores étudiées par G. de SAPORTA (1858-1876), un grand nombre de genres ou espèces (*sensu lato*) appartenant aux lignées mésogéennes étaient cependant déjà individualisées (*Quercus ilex* s.l., *Quercus coccifera* s.l., *Olea* entre autres) et ont pu

alors emprunter la voie qui leur était offerte en direction de l'Afrique nord-occidentale. Le Miocène inférieur (fin de l'Aquitainien) est marqué par un mouvement inverse de celui de l'orogénèse oligocène, par un glissement de nappes vers le Nord et le Sud des zones émergées, conduisant au morcellement de la Tyrrhénide oligocène et à l'individualisation de massifs relictuels, notamment un massif bético-rifain assurant un pont continental entre l'Europe et l'Afrique jusqu'au Miocène supérieur. C'est par cette voie en effet que s'est effectuée, partiellement du moins, la venue des tout premiers Hipparions, précédant la grande migration pontienne par l'isthme de Suez. Au Pontien, un détroit sud-rifain sépare le massif bético-rifain de l'Afrique. Le massif bético-rifain se fragmente lui-même et disparaît dès le début du Néogène : c'est l'époque probable de la formation du détroit de Gibraltar.

P. QUEZEL (1957), dans son étude du "Peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord" considère comme achevée, au moins en partie, l'individualisation des espèces oro-méditerranéennes, au Miocène moyen (Burdigalien), puisque plusieurs de ces espèces ont atteint les sommets des îles macaronésiennes dont la séparation date de cette époque. D'autres arguments botaniques interviennent en faveur de cette hypothèse de migrations oligo-miocènes des espèces oro-méditerranéennes, migration du genre *Eryngium* parmi les Ombellifères (J. TURMEL, 1951) et des Composées occupant la région ibéro-maurétanienne (J. ARENES, 1951). Mais les données qu'apportent les études de P. QUEZEL ne concernent que les flores des zones altitudinales élevées. Quant aux flores planitiaires oligo-miocènes nord-africaines il est évident, à la suite des travaux nombreux effectués en paléoxylologie qu'elles constituent, avec les flores de même âge localisées en territoire actuellement saharien, un ensemble cohérent à caractère typiquement tropical, traduisant l'extension sur toute l'Afrique nord-équatoriale, à basse altitude, de forêts humides. Les bois silicifiés oligocènes déterminés par P. FLICHE (1888) en Tunisie et en Algérie, ceux recueillis par R. KRAUSEL (1939) en Egypte, ont permis l'identification de familles telles que les Palmées, Moracées, Mimosacées, Myristicacées, Protéacées, Ebénacées, etc. et de très nombreuses Légumineuses arborescentes.

En 1958, E. BOUREAU a publié une synthèse des découvertes paléoxylologiques acquises en Afrique nord-équatoriale, synthèse qui fait état des abondantes familles tropicales caractérisant l'oligo-miocène saharien et nord-africain (*loc. cit.*, pp. 22-33). Venant compléter ces connaissances de plus récents travaux sont dus à J.C. KOENIGUER (1966-1967), Y. LEMOIGNE (1967), P. LOUVET (1965-1968).

Ce long épisode tropical oligo-miocène étant bien défini par les documents paléoxylologiques connus en grande abondance, aucune donnée d'ordre floristique n'avait encore apporté le témoignage, au Sahara septentrional (*s.l.*) au cours de la seconde moitié du Tertiaire, de conditions climatiques évoluant dans le sens d'une aridification que par ailleurs les paléogéographes avaient annoncée de longue date. L'étude qui vient d'être faite apporte les premiers éléments de la connaissance des flores qui ont occupé le Sahara nord-occidental à une époque qui prend place au cours de cette évolution. Nous éprouvons quelque difficulté à situer, par rapport au temps que recouvre cette nouvelle phase climatique qui s'étend probablement du Miocène moyen jusqu'à la fin du Pliocène, l'épisode sédimentaire auquel correspondent les formations que nous avons étudiées. Par analogie avec les dépôts d'âge miocène et pliocène bien individualisés dans la partie septentrionale de la Hamada du Guir, les formations au sein desquelles, au Sud de cette dernière, il n'a plus été possible de fixer de limite stratigraphique certaine entre le Miocène et le Pliocène, ont été dénommées miopliocènes ou néogènes. Il eut été intéressant de pouvoir fixer dans le temps, par rapport au début du Miocène supérieur ou par rapport au passage du Miocène au Pliocène, la limite inférieure des dépôts les plus anciens connus dans la région étudiée. En fait la question qui reste posée est de savoir si le début de la sédimentation néogène auquel, nous l'avons vu, correspondent certainement les dépôts situés aux altitudes les plus faibles, est contemporain des premières manifestations du recul des conditions climatiques tropicales faisant place à un régime de sécheresse, dont l'installation a pu être progressive. S'il en était ainsi il est vraisemblable que, compte tenu de l'altitude très faible des plus anciens dépôts néogènes relictuels (voisine

de 300 m.), la part de ces derniers correspondant au Miocène supérieur pourrait être assez importante. Nous avons vu que très proche du début de la sédimentation daterait le Néogène de la Sebkhah el Mellah et il faudrait alors admettre son dépôt relativement tôt au Miocène supérieur.

Située à 60 m. au-dessus des formations précédentes, pourrait-on alors également envisager comme appartenant au Miocène la "torba" de l'oued Trick ? La raison qui conditionne cette question est, rappelons-le, cette relative variété caractérisant l'élément d'origine tropicale dans les micro-flores analysées dans l'une et l'autre séries, variété qui n'est retrouvée en aucune des trois autres coupes étudiées.

Tout ceci n'est qu'hypothèse et n'autorise nullement à déterminer sur cette seule constatation une limite entre le Miocène et le Pliocène que la stratigraphie-même ne permet pas de fixer.

Par ailleurs, si l'installation du régime lacustre sur le piedmont atlasique à sa limite la plus méridionale, datait du Miocène supérieur, comme nous venons d'en évoquer l'éventualité, ceci supposerait que toutes les essences d'origine mésogéenne représentées dans la microflore pollinique, étaient parfaitement différenciées à la même époque que les oro-méditerranéennes, à une époque donc où les flores planitiales en place étaient encore typiquement tropicales et où les méditerranéennes s.l., ainsi que quelques tempérées mésophiles probablement, pouvaient trouver refuge sur les pentes atlasiques de moyenne altitude. Mais n'est-il pas difficile d'admettre, si tôt après le retrait des conditions climatiques tropicales, que les espèces les plus xérophiles et les plus inféodées au milieu désertique aient été différenciées ? Si les lignées xérophiles d'altitude avaient pu bénéficier au cours de l'oligo-miocène d'un habitat favorable à leur individualisation puis à leur migration, on voit mal dans quelles conditions les lignées également xérophiles mais à vocation typiquement saharienne et step-pique de basse altitude, auraient pu évoluer à cette même époque. Il semble donc qu'il faille entrevoir, dans la région du moins que nous avons étudiée, qu'au terme d'une période oligo-miocène tropicale, a dû s'installer un régime

nettement désertique qui a permis la migration et la différenciation des *taxa* considérés actuellement comme strictement sahariens. En ce qui concerne plus précisément *Ephedra cf. alata*, l'origine centrasiatique du genre et l'actuelle répartition de l'espèce "saharienne" en Egypte, mais également en Arabie, en Perse et au Turkestan, laissent penser que la migration de ce dernier élément s'est effectuée, grâce aux communications existant entre l'Egypte et l'Arabie au Miocène, selon la voie sur laquelle se trouvent localisés les différents territoires qu'occupe *Ephedra alata* actuellement.

Ce ne serait alors peut-être qu'assez tard, au cours du Miocène supérieur, en liaison avec le régime des pluies qui à cette époque a fortement érodé l'édifice atlasique, puis au Pliocène, que se seraient étendues sur son piedmont et très loin vers le Sud, les formations lacustres responsables de la sédimentation des dépôts représentant le Néogène dans cette région. Celle-ci bénéficiait d'un climat semi-aride défini par l'étude géologique et sédimentologique (1), confirmé par les flores polliniques marquant la migration

(1) Le terme "semi-aride" dont G. CONRAD a qualifié le climat sous lequel s'est effectuée la sédimentation néogène a été utilisé en référence à un ensemble de critères selon lesquels ont été dressées d'une part, la carte de "La répartition mondiale des zones climatiques arides et semi-arides" (P. MEIGS, 1951, publication UNESCO), d'autre part, la "Carte bioclimatique de la région méditerranéenne" (L. EMBERGER, H. GAUSSEN, KASSAS, M. de PHILIPPIS, 1962, publication UNESCO-FAO). Les données à partir desquelles sont établies ces deux cartes sont pour la première, la valeur du déficit des précipitations en fonction de l'évapotranspiration et pour la seconde, la température du mois le plus froid (t) et l'indice xérothermique (x) qui correspond au nombre de jours biologiquement secs au cours de la période sèche, traduisant ainsi l'intensité de la sécheresse. Dans un précédent chapitre a été également défini l'"indice pluviothermique" d'EMBERGER (cf. chapitre IV). Un parallélisme a été établi entre ces différents indices permettant de caractériser des types de climats pour lesquels ont été fixées également des valeurs de la pluviosité. C'est ainsi que des moyennes annuelles de l'ordre de 300 à 500-600 mm de pluies caractérisent un type de climat semi-aride. Au cours de cette étude nous n'avons pu exprimer les conditions climatiques qu'en terme de "pluviosité", le seul qui ait permis d'établir un lien avec les espèces végétales dont il est possible, pour un grand nombre, de connaître les exigences hydriques.

dans la région plus privilégiée des Monts d'Ougarta des formes méditerranéennes *s.s.* accompagnées de types sahéliens. Il faut insister ici sur le fait que des conditions de semi-aridité envisagées à l'époque de la sédimentation néogène n'auraient pas, seules, permis la persistance des lacs, si des apports hydriques importants venus de l'Atlas n'avaient amplement compensé la très forte évaporation due aux températures élevées. Au début de cette étude, la physionomie du Sahara néogène a été évoquée comparativement à l'actuelle région du Tchad, mais il est important de ne pas perdre de vue que ce grand lac ne se maintient en région semi-aride que parce qu'il reçoit plus de 90% de ses eaux d'apports fluviatiles. Il faut donc penser que le régime pluviométrique atlasique au moment de la sédimentation néogène était assez considérable pour assurer la permanence de zones lacustres sur un territoire aussi étendu.

Il est très clair malheureusement que ce que la stratigraphie et la sédimentologie n'ont pu déterminer, à savoir le passage, au sein des formations néogènes, du Miocène au Pliocène, la palynologie ne peut non plus le fixer, même si la partie inférieure de cet ensemble sédimentaire est plus nettement caractérisée par l'intervention dans la microflore d'éléments sahéliens. De toute évidence, seule une étude des flores polliniques contenues dans les formations miocènes et pliocènes, bien individualisées au Nord de la Hamada du Guir (F. JOLY, 1962), apporterait sans doute un éclairage sur ce point.

Afin d'élargir le contexte dans lequel vient d'être située l'étude palynologique du Néogène au Sahara nord-occidental, nous rapporterons brièvement ici les résultats d'analyses polliniques d'un ensemble de niveaux recouvrant tout le Tertiaire continental au Sud du fleuve Sénégal, dont une étude géologique a été faite par M. DIENG (1962-1965). Du point de vue climatique, au contraire de ce qui est mis en évidence dans la partie septentrionale du Sahara du moins, il apparaît, à cette latitude, que l'évolution de la flore depuis l'Eocène inférieur jusqu'à l'époque actuelle, est peu marquée. Seules sont reconnues des périodes de végétation un peu plus humides que celle actuelle, alternant avec des périodes légèrement plus sèches. Il

semble établi que la flore y est restée riche et que la végétation actuelle luxuriante devait être installée dès l'Eocène supérieur. Ce document vient augmenter la connaissance que l'on avait de la paléoclimatologie tertiaire pour l'Afrique nord-équatoriale. Il est sans intérêt d'entrer ici dans le détail des microflores déterminées.

H - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS NEOGENES.

Cette étude palynologique des formations néogènes analysées en quelques points du bassin du Sahara nord-occidental, au voisinage de Béni-Abbès et dans la région des Monts d'Ougarta, met en évidence pour la première fois, la physionomie du peuplement végétal qui s'est étendu sur ce territoire saharien d'influence actuellement méditerranéenne, pendant une certaine période de temps du moins, au cours des vingt cinq millions d'années que recouvrent les temps néogènes.

Bien des documents paléofloristiques avaient déjà permis d'établir qu'une végétation tropicale humide probablement assez dense s'étendait sur toute l'Afrique nord-équatoriale, pendant la première moitié du Tertiaire (Oligo-Miocène). Les microflores révélées par l'étude de sédiments néogènes vient maintenant préciser l'évolution climatique qui a marqué la seconde moitié du Tertiaire, évolution dans le sens d'une aridification qui avait été annoncée par les géologues bien que ses débuts, dans le temps, soient restés assez confus, parce qu'envisagés à des moments différents selon les auteurs.

Grâce aux données des microflores polliniques analysées et dont la composition assez complexe a été discutée, il semble possible de présumer, à l'époque correspondant à la sédimentation des dépôts étudiés, de conditions semi-arides marquées par une pluviosité moyenne annuelle de 350-400 mm. ou légèrement supérieure. C'est également l'idée d'un climat semi-aride qui a été émise par G. CONRAD à la suite de son étude sédimentologique des mêmes formations. Certes il faut admettre que sous ces conditions, la persistance

du régime lacustre qui a permis le dépôt des sédiments en question n'est envisageable que grâce à des apports hydriques importants venus de l'Atlas.

La composition de la végétation alors présente sur les terres émergées est marquée par une juxtaposition d'éléments à caractère très nettement méditerranéen et, en certains points du moins, d'un ensemble d'espèces plus particulièrement sahéliennes qui ne sont représentées d'ailleurs que selon un pourcentage extrêmement faible, tandis que dominent soit des espèces strictement sahariennes actuellement, soit des essences présentes en milieu saharien mais également en régions plus septentrionales, où leurs conditions de vie rejoignent celles qui devaient convenir au développement des méditerranéennes *s.s.* et des sahéliennes. C'est ainsi que l'on peut envisager que les pentes sèches des djebels des Monts d'Ougarta ou les petits oueds qui les sillonnaient conduisant les eaux de pluie vers les lacs, devaient abriter, compte tenu de leur adaptation plus ou moins xérophile ou ripicole, *Pinus cf. halepensis*, des Cupressacées, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Erica arborea*, *Rhus cotinus*, *Vitis*, *Argania*, toutes ces espèces étant caractérisées par une écologie méditerranéenne. Avec ces dernières coexistaient des essences à répartition actuelle essentiellement subtropicale sahélienne, malgré la subsistance de quelques-unes d'entre elles, à présent, en territoire saharien : *Acacia* (plusieurs espèces), *Cassia*, *Combretum*, *Indigofera*, *Boerhavia*, *Crataeva religiosa*, *Sizygium* (*S. guineense* ?), *Rhus*(?). Les espèces steppiques méditerranéennes ou sub-méditerranéennes devaient y trouver également un habitat favorable, tandis que celles à caractère édaphique certain se développaient, suivant leur adaptation, soit en milieu sableux, à la faveur des nappes émergées entre les lacs (*Ephedra cf. alata*, *Cornulaca* notamment), soit en milieu légèrement salé, en bordure des lacs, où le niveau fluctuant des eaux devait libérer sporadiquement des zones plus ou moins asséchées (Chénopodiacées type "*Atriplex*"). Pour l'ensemble de ces espèces, le problème a été posé d'une probable adaptation à des conditions d'humidité supérieures à celles dans lesquelles elles vivent actuellement sous un climat désertique. Enfin il faut rappeler brièvement l'intervention, dans la microflore, d'éléments considérés comme allochtones avec certitude,

certaines témoignant, au moins, de l'existence d'essences mésophiles sur les montagnes de l'Atlas.

Rappelons que la microflore analysée dans la meulière de Béni-Abbès s'est nettement différenciée de celles reconnues dans les échantillons de "torba". L'évocation d'une flore graminéenne en bordure d'une immense nappe lacustre profonde n'est qu'hypothétique, puisqu'elle repose sur une faible quantité de pollens présents dans le sédiment.

Du point de vue floristique, il faut noter l'intérêt que soulèvent quelques espèces plus particulièrement :

- l'association d'*Argania* et de *Pittosporum* a été soulignée à propos de la microflore du Djebel Jabroun comme reppalant les liens existant entre la flore macaronésienne et la flore nord-africaine dont elle dépend, de par l'appartenance des Canaries et de Madère au continent africain jusqu'au Miocène moyen. A ce sujet, la présence de *Pittosporum* dans les macroflore quaternaires de Madère et d'Afrique du Nord (*Pittosporum* y est considéré comme une espèce émigrée d'Europe méridionale) (A. ARAMBOURG, J. ARENES, G. DEPAPE, 1953) engage à penser que cet élément serait plutôt de souche tropicale asiatique qu'africaine et que sa venue au Sahara, serait d'origine septentrionale. Sur ce problème des migrations nous allons revenir. Quant à *Argania*, dont la répartition a été longuement discutée, nous pensons intéressant de rappeler ici que, bien qu'absent du Sahara nord-occidental, il est regardé par P. QUEZEL (1965a, pp.138-140) comme un élément entrant dans une association à *Withania adpressa*, principalement localisée sur les pentes rocailleuses des Monts d'Ougarta, mais à laquelle est rattaché le faciès des pentes et des falaises du Sud-marocain, de la Haute Saoura (Menouarar, Iglil) et du Tafilalet. La présence d'*Argania* sur le Djebel Jabroun au Néogène vient confirmer la parenté entre ces faciès, parenté qui est d'origine ancienne.

- l'intervention dans la microflore d'une espèce orientale du genre *Acacia* (dans la Sebkhah el Mellah) et peut-être la présence d'une espèce du genre *Rhus* considérée comme étant également d'origine orientale, est très

intéressante et rappelle ces quelques lignes écrites par Th. MONOD (1938, p. 368) à propos de la flore sahélienne : "On a à plusieurs reprises fait remarquer que la flore du Sahara atlantico-nigérien était riche en éléments d'origine orientale. Ce qui est certain c'est l'étonnante monotonie de cette flore tout le long d'un étroit ruban s'étendant de la Mauritanie à la Mer Rouge, et au-delà. Bien des espèces décrites sur des échantillons orientaux... ont été retrouvées depuis en Mauritanie et au Soudan... : ces extensions de leur aire renforcent l'homogénéité du domaine mais ne prouvent rien quant à l'origine géographique de ces espèces, qui pourraient tout aussi bien avoir été recueillies d'abord au Sénégal, sans être plus "occidentales" pour cela. Les cas intéressants sont ceux d'espèces orientales qui n'atteignent pas l'Atlantique vers l'Ouest...". La présence dans la microflore de ce pollen d'*Acacia* oriental, ne représente-t-elle pas l'un de ces "cas intéressants", apportant le témoignage effectif d'une plus large extension de l'aire de répartition d'espèces orientales actuellement tout à fait reléguées en Afrique de l'Est. Le genre *Rhus* par contre aurait subsisté. Le peuplement du Sahara nord-occidental par cet ensemble floristique d'origine essentiellement mésogéenne dans lequel interviennent quelques éléments méridionaux sahéliens, conduit à le situer d'un point de vue plus historique. Le détroit bético-rifain a été certainement la voie de passage de toute cette flore venue d'Europe, dont il paraît probable que les espèces méditerranéennes ont été différenciées et ont migré sur les pentes moyennes de l'Atlas avant même le Burdigalien comme cela a été démontré par P. QUEZEL pour les orophytes atlasiques. Il faut probablement, quant aux espèces d'origine également mésogéenne, mais à vocation strictement désertique (du moins au regard de leur adaptation actuelle), supposer que leur individualisation n'a pu se faire que pendant une phase de désertification qui a probablement précédé le moment où les espèces méditerranéennes et sahéliennes ont pu, sous un climat semi-aride, trouver refuge dans les Monts d'Ougarta. Le problème de l'existence d'espèces sahéliennes sur les pentes des djebels, au Néogène, reste entier en l'absence de connaissances relatives à l'individualisation de ces *taxa* dans le temps et dans l'espace. Sont-ils présents au Sahara

comme des reliques, à la faveur de biotopes favorables ? Leur présence est-elle secondaire à une migration grâce à un hypothétique réseau hydrographique d'origine méridionale ? La question, en l'état actuel des observations acquises, reste posée.

Du point de vue stratigraphique enfin, un essai de chronologie a été tenté entre les différents niveaux étudiés dans le Néogène. Nous nous sommes pour cela appuyée sur l'aspect présent de la topographie, utilisant les données altitudinales actuelles, les formations analysées se situant entre 330 et 450 m. Les phénomènes tectoniques Villafranchiens qui ont affecté le bassin du Sahara nord-oriental sont assez limités (J. CHAVAILLON, 1964, et G. CONRAD, 1969, entre autres auteurs). Un mouvement de bascule des hamadas vers le Sud, de là Hamada du Guir notamment, a donné à cette dernière une légère pente dont nous avons vu qu'elle ne semblait pas devoir affecter les régions que nous avons étudiées, au point de modifier considérablement les altitudes repérées. La néotectonique villafranchienne, évidente dans le Touat et le Bas Pays de l'Ahnnet plus méridionaux, ne concerne pas le domaine qui nous intéresse. Il faut évidemment supposer que ce mouvement de bascule des tables hamadiennes s'est effectué sans que soit compromise la stabilité des massifs d'Ougarta. Par ailleurs, nous ignorons tout d'éventuels mouvements épirogéniques au cours même de la sédimentation néogène et nous avons raisonné comme si la topographie de la surface anté-néogène était restée inchangée. Doit-on pour autant laisser planer quelque incertitude sur la chronologie qui a été proposée ? Il ne le semble pas, étant donnée l'homogénéité remarquable du faciès sédimentaire caractérisant le Néogène.

Nous avons souligné que les formations qui, selon la chronologie établie, semblent correspondre aux épisodes les plus anciens de la sédimentation (les dépôts de la Sebkhah el Mellah et, 60 m plus haut, la "torba" de l'oued Trick) sont précisément celles dont la microflore compte l'intéressante diversité des espèces sahéliennes. De fait, aux altitudes supérieures à celles du Néogène de l'oued Trick, mis à part un pollen du genre *Rhus*, ainsi que le problématique pollen de *Chaetocarpus* (cf.) (n'est-ce pas un pollen relictuel, remanié du Tertiaire ancien ?), il ne subsiste comme pollens

d'essences d'origine tropicale que ceux des genres *Argania* et *Pittosporum*, ces derniers se séparant du lot des sahéliennes méridionales eu égard à leur extension géographique actuelle.

Ainsi, dans le contexte des données floristiques, sédimentologiques et tectoniques que nous possédons, il semble extrêmement intéressant de souligner cette absence de pollens d'espèces sahéliennes dans les microflores issues d'échantillons situés au-dessus du niveau néogène de l'oued Trick. Toutefois, faute de stratigraphie ou de fossiles pouvant servir de repères, il est évident que c'est là un argument insuffisant pour fonder l'existence d'une éventuelle limite "Miocène-Pliocène" au sein des formations néogènes. Les faits constatés doivent être retenus comme des éléments pouvant être ré-envisagés dans le cadre de recherches ultérieures, géographiquement plus étendues et concernant un plus grand nombre de coupes.

On peut à la suite de ces observations, se demander si, dans la mesure où l'absence de pollens d'espèces sahéliennes à partir d'un certain niveau dans le Néogène, traduirait un effacement effectif de ces dernières du paysage végétal, ceci ne correspondrait pas à quelque modification du régime pluviométrique, à l'accentuation de son caractère saisonnier, assurément méditerranéen au regard de la composition de la microflore. Faudrait-il, conjointement, supposer une éventuelle et légère baisse des températures ? Tout ceci n'est qu'une hypothèse, hasardeuse peut-être, mais qui nous a paru mériter d'être évoquée, sachant avec quelle réserve elle doit être explicitée, puisqu'en présence d'échantillons pauvres en pollens, la non-représentation dans les microflores d'éléments à caractère sahélien ne peut donner l'absolue certitude de leur absence du paysage végétal. Cette remarque ne peut d'ailleurs qu'appuyer notre prudence quant à la question précédemment envisagée du passage du Miocène au Pliocène.

Enfin, dans ces conclusions rappelons qu'à la lumière de l'analyse pollinique, il semblerait qu'ait été précisée la position d'un jalon, marquant l'extension vers l'Ouest de l'aire de recouvrement du Continental intercalaire, au delà des limites que l'on connaissait jusqu'à maintenant,

Ce point se trouvant à l'altitude 330 m au-dessus des points les plus bas relevés dans la Sebkhah el Mellah, il est alors probable que ces formations ont comblé la dépression au moment de leur extension.

Parvenant au terme de ces conclusions il semble que cette étude des formations néogènes en un secteur relativement limité du Sahara nord-occidental suggère deux orientations de recherches aussi séduisantes l'une et l'autre :

- d'une part, cet épisode sédimentaire néogène et la microflore qui la caractérise ne correspondent qu'à une phase courte probablement, que nous situons difficilement par rapport à l'ensemble des temps néogènes. Du point de vue de l'évolution du peuplement végétal saharien et nord-africain, on aimerait faire la jonction entre le monde végétal tropical du début du Tertiaire et ce que vient de nous apprendre cette dernière étude. La succession des hamadas sud-marocaines, bien individualisées et datées depuis le Crétacé supérieur, serait un magnifique champ de recherches qui permettrait probablement de reconstituer toute cette paléohistoire floristique d'une région bénéficiant, actuellement, d'un régime climatique influencé par le monde méditerranéen.

- d'autre part, on ne peut pas au regard de ces résultats, ne pas se poser la question de l'origine de la zone sahélienne, problème évoqué précédemment. L'étude de M. DIENG, dont les résultats ont été brièvement esquissés a révélé, au Sud du fleuve Sénégal, en régime déjà soudanien, au contraire de ce qui apparaît au Sahara et au Nord de l'Afrique, une histoire des flores tertiaires sans évolution notable, marquée seulement de faibles pulsations climatiques, sans que jamais disparaisse une végétation tropicale dense installée depuis l'Eocène et comparable à la végétation actuelle. Que s'est-il passé, dans la seconde partie du Tertiaire, au Néogène, entre cette région et le Sahara septentrional tel qu'il vient de nous apparaître ? La latitude à laquelle s'est différenciée la flore sahélienne, le moment de cette différenciation et l'origine des *taxa* dont certains apparaissent déjà, au

Néogène, en plein Sahara nord-occidental, sont autant de questions qui se posent maintenant et dont la réponse ne semble pouvoir être recherchée que dans des études palynologiques de formations recouvrant la plus grande partie du Tertiaire, dans la mesure où ce dernier est accessible dans la zone sahélienne actuelle et dans tout le Sahara méridional.

Toute cette étude palynologique du Néogène n'apporte qu'une contribution très limitée à la connaissance de l'évolution des flores tertiaires, mais le nombre des questions d'ordre géologique aussi bien que botanique auxquelles on s'est heurté et qui en ont limité la compréhension, font pressentir les voies de recherche vers lesquelles il faudrait s'engager pour apporter un éclairage au problème du passage, dans le passé, du monde africain au monde mésogéen, problème dont l'importance a été mise en évidence dès le début de ce travail, au seul regard du peuplement végétal actuel de l'ensemble du Sahara.

CHAPITRE XII

LE QUATERNAIRE ANCIEN

(VILLAFRANCHIEN)

En abordant l'étude palynologique des formations sédimentaires d'âge quaternaire ancien, nous rappellerons les données chronologiques relatives à l'ensemble du Quaternaire, déjà évoquées dans l'Introduction du présent mémoire, afin de bien situer, dans cette chronologie, les dépôts que nous nous proposons d'étudier dans ce chapitre.

Les divisions stratigraphiques du Quaternaire au Sahara nord-occidental ont été proposées, en premier lieu, par H. ALIMEN (1957), H. ALIMEN, J. CHAVAILLON et coll. (1959a, 1959b), puis J. CHAVAILLON (1960-1964), qui reconnaissent trois grandes périodes : Quaternaire ancien, Quaternaire moyen, Quaternaire récent, chacune d'elles réunissant deux cycles sédimentaires. La chronologie plus récemment adoptée par G. CONRAD (1969) est établie et exprimée quelque peu différemment, selon les termes suivants : Plio-Villafranchien et Villafranchien supérieur (ou Quaternaire ancien), Pléistocène moyen (ou Quaternaire moyen), Pléistocène supérieur et Holocène. L'étude qui suit est fondée sur la chronologie définie par H. ALIMEN puis J. CHAVAILLON. A l'occasion de chacun des cycles successivement envisagés la correspondance entre les différentes terminologies adoptées sera précisée. Au Quaternaire ancien (Villafranchien), ici en question, correspondent les cycles sédimentaires nommés "Aïdien" et "Mazzérien".

FORMATIONS SEDIMENTEES A L'AIDIEN.

(VILLAFRANCHIEN INFERIEUR)

A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE AIDIEN.

I - EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET FACIES SEDIMENTAIRES.

La période d'érosion qui ouvre le cycle sédimentaire aïdien entraîne un creusement profond des formations néogènes, déterminant, à l'échelle des grandes étendues, la création de paliers d'érosion. En ce qui concerne la Saoura ce palier est situé 20 à 40 m au-dessous du sommet de la Hamada. Parallèlement à une évolution du climat vers un régime différent, des phénomènes de sédimentation comblent les dépressions récemment creusées et recouvrent le palier aïdien d'une épaisseur considérable de sédiments, dont le sommet représente la "haute terrasse aïdienne" et se trouve à 60-65 m au-dessus de l'oued actuel. Ces formations ne résisteront que partiellement tout au long du Quaternaire, aux diverses périodes pendant lesquelles domineront les phénomènes d'érosion, notamment lorsqu'au Mazzérien la Saoura inscrira plus précisément son réseau fluvial dans les formations sédimentaires les plus récentes. Des témoins subsistent cependant de l'extension de cette vaste terrasse aïdienne; on la retrouve, protégée par les formations dunaires du grand Erg occidental, très loin vers l'Est, par celles de l'Erg er Raoui, au Sud des Monts d'Ougarta; on la retrouve également, selon une très faible épaisseur, recouvrant la dalle de meulière hamadienne à proximité de Béni-Abbès et même beaucoup plus au Sud, directement au contact de terrains plus anciens, dans la région d'Adrar. Des formations aïdiennes subsistent aussi à l'intérieur même des Monts d'Ougarta, reposant sur les terrains néogènes que nous avons précédemment étudiés.

Un trait dominant qui semble caractériser le Villafranchien inférieur de cette région se dégage de l'étude qu'en a faite J. CHAVAILLON (1964) : c'est le caractère d'uniformité qui apparaît tant au plan de la stratigraphie et de la répartition géographique de l'Aïdien qu'à celui de l'étude pétrographique. Nous avons réussi, sur le terrain, en vue de la récolte des échantillons destinés à l'analyse pollinique, à retrouver des coupes naturelles tout à fait superposables à celles qu'il avait dressées lors de l'étude stratigraphique. Les données qui relèvent de cette dernière étude nous permettent alors d'appuyer la mise en place de nos propres coupes du point de vue du stratigraphe et du sédimentologue. Schématiquement nous pouvons dire que les diverses coupes choisies pour l'étude palynologique rassemblent les deux types de faciès définis dans l'Aïdien :

1 - des formations en nappes, résultant soit de ruissellements généralisés, qui marquent les sables déposés d'un caractère semi-fluvial, soit de dépôts plus ou moins lacustres, essentiellement calcaréo-sableux, dont la granulométrie est voisine de celle des sables précédents, mais dans lesquels des nodules gréseux, riches en calcaire, suggèrent l'hypothèse d'un dépôt en eau stagnante subissant une évaporation intense.

2 - des formations bréchiques ou conglomératiques, situées à proximité de la falaise hamadienne ou des djebels primaires, particulièrement dans les Monts d'Ougarta. La différence de faciès par rapport au type précédent est surtout notable au niveau inférieur de l'Aïdien, généralement conglomératique (blocs arrachés aux djebels) et raviné par une couche calcaréo-sableuse légèrement consolidée, indiquant un changement dans le mode de sédimentation. Le niveau brun-rouge à nodules est également présent.

Il sera aisé de replacer la stratigraphie des formations aïdiennes étudiées ci-après, dans la terminologie adoptée par G. CONRAD (1969) et dans l'ensemble des coupes très détaillées, publiées par cet auteur, des dépôts "plio-villafranchiens".

II - LOCALISATION DES PRELEVEMENTS.

Entre les deux types de faciès précédents se répartissent les coupes dans lesquelles ont été prélevées des séries d'échantillons (cf. figure 16).

1 - les formations en nappes ont été étudiées :

- non loin de l'oasis de Mazzer, à proximité du "lieu-dit" Hassi Ali bel Hadj el Aïd.

- à Mekitla, au Sud des Monts d'Ougarta.

2 - les formations conglomératiques l'ont été au Foum Marouga où le Villafranchien surmonte un niveau néogène dont un échantillon a été précédemment analysé.

B - FORMATIONS EN NAPPES DU COURS SEPTENTRIONAL DE LA SAOURA : LES GRANDES BUTTES DU "GOLFE DE MAZZER".

L'oasis de Mazzer (alt. 506 m) se trouve située sur la rive gauche de la Saoura, 25 km au Nord de Béni-Abbès. La hamada du Guir, dans son extension orientale au-delà de la Saoura, supporte les formations dunaires du Grand Erg. Toutefois, à l'Est de Mazzer, la bordure de l'Erg ménage entre la Saoura et l'Erg une vaste surface de 6 km² environ, en forme de golfe où affleurent les formations néogènes. Celles-ci supportent de grandes buttes dont le sommet domine l'oued de 65 m parfois et qui atteignent plus de 2 km de longueur. Ces buttes sont les témoins actuels de l'extension, au Villafranchien inférieur, de phénomènes de ruissellement à cours N.S., mais non étroitement localisé, qui déposèrent en nappes horizontales, les alluvions aïdiennes. C'est au lieu-dit Hassi Ali bel Hadj el Aïd, situé à une dizaine de kilomètres de ces buttes, que se trouve l'origine de terme "Aïdien" (H. ALIMEN, J. CHAVAILLON, G. CONRAD, 1959; J. CHAVAILLON, 1964, page 50).

A la faveur d'un "chaba", petit ravin creusé par l'érosion dans le flanc sud de l'une des buttes (pl. VII, figure 1), nous avons bénéficié de

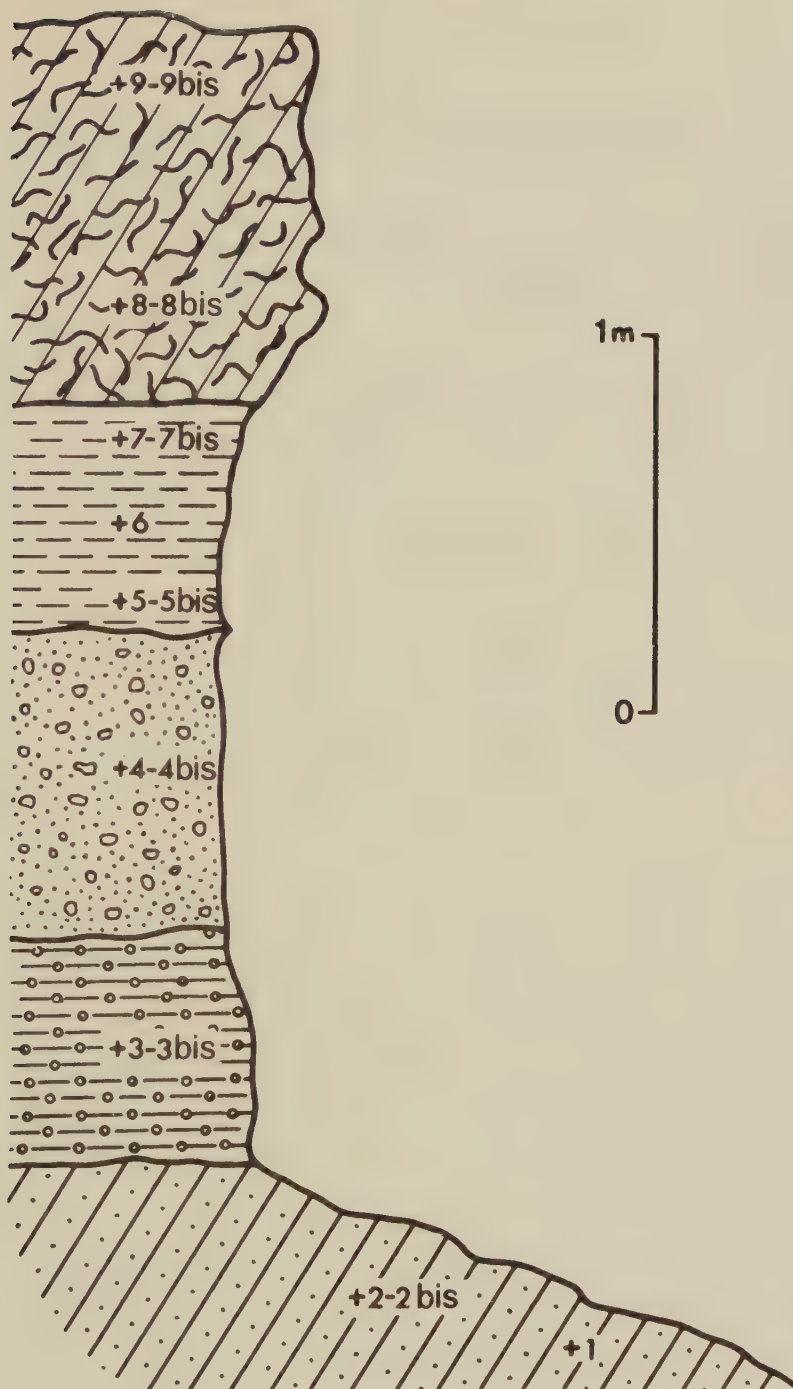


Fig. 20 - Coupe dans les formations d'âge aïdien du "golfe de Mazzer",
à proximité du "lieu-dit" Hassi Ali bel Hadj el Aïd.

I, 2-2bis : "sables de Mazzer" partiellement consolidés ; 3-3bis : sable brun-rosé avec noyaux grésifiés blancs verdâtres ; 4-4bis : sable blanc-rosé avec noyaux grésifiés blancs ; 5-5bis, 6, 7-7bis : "rhassoul" ; 8-8bis, 9-9bis : dalle de grès anfractueux.

coupes naturelles qui ont permis d'observer, à partir du sommet, la série stratigraphique suivante (figure 20) :

- une dalle de grès anfractueux meuliériforme de couleur grise, épaisse de 1,50 m , coiffe les formations sous-jacentes (prélèvements 9, 8). Un encroûtement calcaire est présent de façon sporadique.
- une couche d'épaisseur inconstante (30 à 60 cm) essentiellement calcaire dénommé "rhassoul". Cette formation est tendre, de coloration rose et contient de très petits fragments anguleux de meulière (prélèvements 7, 6, 5).
- 70-80 cm de sable blanc-rosé avec noyaux sableux blancs durcis (prélèvement 4).
- 60 cm de sable brun-rosé enrobant de gros noyaux blancs verdâtres très durcis (prélèvement 3).
- 5,50 m de sables grossiers formant le fond du "chaba" étudié, partiellement consolidés en un grès anfractueux, blanc-rosé. Ce sont les sables dits "sables de Mazzer" qui représentent ici la base de l'Aïdien (prélèvements 2, 1).

Ainsi qu'il a été expliqué dans le chapitre X, consacré aux réflexions critiques préliminaires à cette partie analytique de notre étude, une seconde série de prélèvements a été effectuée en 1967, cinq ans après la première mission, série échantillonnée exactement parallèlement à la précédente, déplacée seulement de quelques dizaines de centimètres latéralement. Il est resté toutefois impossible de renouveler les prélèvements 1 et 6. Les prélèvements 2 bis à 9 bis sont notés sur la figure 20.

La coupe ainsi relevée, en un point différent de celui où J. CHAVAILLON a décrit celle qu'il a figurée (*loc. cit.*, figure 7), fait apparaître les phases majeures de la sédimentation reconnues par cet auteur. Seules interviennent quelques variations de faciès, probablement locales. Il manquerait toutefois, au sommet de la coupe ici étudiée, une dalle de calcaire lacustre qui marque, selon J. CHAVAILLON, le terme de la sédimentation aïdienne. La coupe-même dressée par ce dernier montre d'ailleurs que cette dalle est, localement, profondément ravinée par l'érosion mazzérienne ultérieure. Il est donc vraisemblable qu'au lieu de nos propres prélèvements tout témoin de l'extension de cette formation fait défaut.

Selon la terminologie adoptée par G. CONRAD, la série analysée appartient au Plio-Villafranchien (1969, figure 58).

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Les échantillons issus des deux séries prélevées parallèlement, ayant été traitées à plusieurs années d'intervalle et l'expérience étant acquise de la pauvreté "en général" des dépôts sahariens, les deux ensembles d'analyses reposent naturellement sur des quantités très inégales des mêmes sédiments : 100 gr , pour les échantillons 1 à 9 (160 gr. pour l'échantillon 5, étudié en 3 fractions de 100 et 60 gr respectivement) et 300 à 500 gr , suivant leur nature pétrographique, pour les échantillons de la série parallèle 2 bis à 9 bis. Il ne sera pas indifférent de s'en souvenir en présence du tableau résumant cette étude. Dans ce même tableau IX ont été rassemblés les résultats de 16 analyses : dans chaque colonne "principale" figurent côte à côte, la composition de la microflore dans l'échantillon de la première série et celle déterminée dans son correspondant de la seconde série (sauf pour les échantillons 1 et 6, dont nous avons vu qu'ils sont uniques). Successivement seront envisagées les réflexions que suggère l'examen global du tableau d'analyse, c'est-à-dire l'ensemble de la microflore déterminée, puis l'éventuelle variation de la composition de cette flore pollinique en fonction de la stratigraphie précédemment présentée et rappelée en tête du tableau.

Réflexions que suggère la composition globale de la microflore.

Elles sont d'ordre à la fois quantitatif et qualitatif et appellent un essai de compréhension à la lumière du contexte géographique et stratigraphique dans lequel se situent les analyses.

1 - Point de vue quantitatif. La pauvreté de la microflore dans la majorité des échantillons analysés est évidente : 6 analyses seulement ont permis de compter plus de 100 pollens, les 10 autres n'apportant que des

	"Sables de Mazzer"			Sable brun		Sable blanc		"rhassoul"					dalle supérieure			
	1	2	2bis	3	3bis	4	4bis	5	5bis	6	7	7bis	8	8bis	9	9bis
Eléments d'origine tropicale :																
<i>Acacia</i> (type "gommier")								1								
<i>Rhus</i> (Anacardiaceae)				1		1										
Eléments d'origine mésogéenne :																
- à caractère tempéré :																
<i>Taxus</i>				6		2		7			1		1	1		
<i>Carya</i> (Juglandacées)							1									
<i>Pterocarya</i> (Juglandacées)								2								
<i>Juglans</i> (Juglandacées)				1												1
formes bétuloïdes (<i>Betula</i> ? <i>Ostrya</i> ?)	1					1		25		1	5					
<i>Corylus</i>						1		2						1		
<i>Carpinus</i> (<i>C. betulus</i> et autre esp.?)				1				6		2	1		2		2	
<i>Castanea</i>						2								1		
<i>Platanus orientalis</i>						1		4								
<i>Aesculus</i> (2 esp. dont <i>A. hippocastanum</i>)	1	4						9		2			5		3	
<i>Fagus</i> (non <i>F. silvatica</i>)								1								
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	1				3		7		1	1		1		4	
<i>Tilia</i>	1					1							1			
cf. <i>Zelkova</i> (Ulmacées)								2								
<i>Ulmus</i>	2	1	1	2				12				3	2		1	
<i>Salix</i>	2							1					1		1	
<i>Alnus</i>				1				1		2		2			1	1
- à caractère méditerranéen s.s. :																
<i>Cedrus</i>																
<i>Pinus</i> (plusieurs esp. dont <i>P. type "laricio"</i>)	9	2	1	1		2	4	3		26	1	1	36	3	7	3
<i>Juniperus oxycedrus</i> (Cupressacées)						4								1		1
<i>Juniperus phoenicea</i> (Cupressacées)											1					4
<i>Quercus</i> type " <i>ilex</i> "	7	1	1			3	2	1				2		3	4	1
autres <i>Quercus</i> (dont <i>Quercus</i> cf. <i>suber</i> ?)	1	3		4		10	1	38		12	4	1	8		9	
<i>Quercus</i> cf. <i>mirbeckii</i>	2								1						2	
<i>Olea</i> cf. <i>europaea</i>								4				1	1	5		
<i>Erica arborea</i>								1								
<i>Celtis</i> (Ulmacées)							1	1							1	
<i>Myrtus communis</i>								1								
<i>Vitis vinifera</i>			1				1									
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :																
<i>Ziziphus lotus</i> (Rhamnaceae)														1		1
<i>Ephedra</i> cf. <i>alata</i>	95				1	8	12	8	2			5	1	51	3	29
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	57	5		1		9	1	4		1	3	5	1	31	1	8
autres Chénopodiacées (<i>Cornulaca</i> p.p.)	43	5				24		3	1			1		9		6
Composées tubuliflores	54	3	1		1	52	2	11		2	4	1	1	12	2	4
<i>Artemisia</i> (Composées)	32	8				8	2	6			2	2	1	45	15	19
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)							2			1		1		9		2
Graminées	27	6	5	3		14	10	29		4	4	4	3	37	11	19
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)		1			1	15	3	2		2		2		12	1	6
Ombellifères (plusieurs esp.)	13					2		1		1				2		
Crucifères						17		2			1	1		3		1
<i>Calligonum</i> (Polygonacées)	1					1								1		
<i>Rumex</i> (Polygonacées)		1						1					1			
<i>Plantago</i>	2	1				3	1			1	1	1		2		4
<i>Androcymbium gramineum</i> (Liliacées)						1								2		
<i>Lotus</i> cf. <i>glinoides</i> (Papilionacées)									1							
<i>Lotus</i> sp. (Papilionacées)				1												
Boraginacées ?															1	
Labiées	3															
Urticacées						1		2	2							1
Rosacées (non <i>Neurada</i>)														1		
Plumbaginacées									1							
Eléments à caractère hygrophile :																
Cypéracées (<i>Cyperus</i> nob <i>conglomeratus</i> p.p.)	6	1				2		3	1				1	3		
<i>Tamarix</i>	4															
<i>Typha angustifolia</i>													1			
spore de Ptéridophyte						1										
Indéterminés	15	3		1		7	4	20		1		2	1	6	13	-
Indéterminables	91	4		2		24		5		3	3	2	1	6	50	10
Nombre de pollens comptés	471	50	10	25	3	221	47	230	9	62	33	41	70	251	131	123
% des éléments d'origine tropicale	-					<0,5%		<1%							-	-
% des éléments à caractère tempéré	1,6%					6%		34%						1%	10%	1,5%
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.	4%					8%		21%						5%	17%	9%

Tableau IX. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge aïdien, à proximité d'Hassi Ali bel Hadj el Aïd, dans le "gilfe de Mazzer"

résultats pratiquement sans signification. Par ailleurs, le problème de l'inégale dispersion de la flore pollinique dans les sédiments sahariens pauvres en pollens, a été précédemment soulevé (cf. chapitre X). L'étude des échantillons 5 (les résultats des analyses des fractions 1 et 2 exprimés sur le tableau I ont, ici, été réunis) et 5 bis est, quant à cette question, extrêmement explicite, puisque 160 gr de l'échantillon 5 ont livré 320 pollens tandis que 400 gr de l'échantillon 5 bis n'ont permis d'en compter que 9. Au seul regard de la microflore contenue dans ce dernier, pourtant le plus conséquent, on aurait pu conclure à la stérilité en pollens du "rhassoul". Cette observation est confirmée de façon frappante si l'on considère l'ensemble du tableau d'analyse. Toutefois nous sommes alors amenée à exprimer des remarques d'ordre non plus seulement quantitatif mais également qualitatif, touchant plus particulièrement le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen. Nous nous réservons donc de revenir sur cette question lorsque nous analyserons la composition de ce dernier. C'est peut-être ici s'attarder sur des détails d'ordre technique, que nous n'aurons plus l'occasion de renouveler lors des futures analyses, mais ces études comparées de microflores issues de prélèvements effectués en séries parallèles, est l'occasion unique qui vient soutenir l'idée précédemment exprimée de l'importance que l'on doit attacher à la notion de "variations latérales". Celles-ci engagent la nécessité, pour les géologues, de multiplier "horizontalement" les prélèvements destinés à une étude palynologique, dans les niveaux stratigraphiques du moins qui retiennent le plus leur intérêt. Il est à noter, dans l'ensemble, que la seconde série d'échantillons s'est montrée très pauvre en comparaison de la première.

2 - Point de vue qualitatif. La composition de la microflore en général appelle les remarques suivantes :

a) L'absence, pratiquement, d'éléments d'origine tropicale est remarquable. L'unique pollen d'*Acacia* est un mauvais témoin de la représentation du groupe de ces derniers : il s'agit d'une petite polyade (33 μ) dont l'altération n'a laissé voir qu'un système apertural caractérisant les

pollens d'acacia du groupe des "gommières". Quant aux deux pollens du genre *Rhus*, ils sont identiques à ceux déterminés dans les formations néogènes.

b) L'intervention, dans l'ensemble des analyses, d'éléments d'origine mésogéenne à caractère tempéré prend une importance extrêmement grande. La diversité des espèces représentées par leurs pollens est notable et le pourcentage de ceux-ci, lisible sur le tableau, est variable suivant les niveaux stratigraphiques. La composition de ce groupe d'éléments fait apparaître :

- la représentation d'un petit nombre de genres vivant maintenant dans les montagnes de l'Atlas où ils restent extrêmement localisés en milieu très humide ou abondamment arrosé : *Betula* (?), *Salix*, *Castanea*, *Taxus*, *Alnus* (cf. chapitre IV). Des pollens des trois dernières de ces essences ont été reconnus dans certains niveaux du Néogène.

- la représentation en beaucoup plus grand nombre d'essences actuellement absentes d'Afrique du Nord, à l'état spontané du moins. Ce sont : *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans* (présent en Afrique du Nord mais naturalisé), *Ostrya* (?), *Corylus*, *Carpinus*, *Platanus orientalis*, *Aesculus* (2 espèces dont *A. hippocastanum*, *Fagus* (non *F. silvatica*), *Fraxinus excelsior*, *Tilia*, cf. *Zelkova*, *Ulmus*. A propos de ces essences quelques remarques méritent d'être notées ici :

Carya est maintenant localisé dans les zones tempérées d'Amérique du Nord, mais connu à l'état fossile dès le Tertiaire puis au Villafranchien en Europe où il subsiste au Quaternaire moyen bien que de façon rarissime. Des pollens fossiles de *Carya* ont été reconnus dans des formations d'âge pliocène au voisinage de l'oasis de Kurkur, en Egypte (M. VAN CAMPO et coll., 1968). Un pollen de ce genre a également été déterminé dans l'échantillon de boue actuelle de l'oued Saoura, considéré alors comme un individu remanié issu de sédiments anciens, ainsi qu'il a été indiqué au chapitre X.

Pterocarya est un genre actuellement asiatique, mais dont l'extension fut extrêmement vaste au Tertiaire en Europe où il s'est maintenu au début du Quaternaire. La macroflore du lac Ichkeul a révélé sa présence en Tunisie,

au Villafranchien (A. ARAMBOURG et coll., 1953) tandis que deux microflores, également villafranchiennes, le signalaient au Sahara central (M. VAN CAMPO et coll., 1964 et 1965).

Zelkova présente une aire de répartition actuelle très disjointe : isolé en Crête, ce genre ne se retrouve qu'en Asie centrale et orientale. A l'état fossile il accompagne *Pterocarya* au Sahara central (Illamane) (M. VAN CAMPO et coll., 1964).

Toutes les autres essences se retrouvent, plus ou moins dispersées, dans les microflores analysées depuis les premières recherches palynologiques effectuées au Sahara (cf. chapitre V).

Carpinus betulus ainsi qu'une espèce d'*Ulmus* sont plus particulièrement représentés dans la macroflore quaternaire de Maison Carrée, près d'Alger (A. ARAMBOURG et coll., *loc. cit.*). Ce groupe d'éléments à caractère tempéré, pour la grande majorité étrangers au peuplement végétal actuel de l'Atlas, présente un caractère mésophile très accentué dont l'évidence sera ré-envisagée ultérieurement.

c) La diversité des espèces rassemblées dans le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. mérite d'être discutée. Il est indubitable que peut être individualisé, parmi ces derniers, un ensemble "cohérent" relativement xérophile ou lié à des milieux privilégiés, identiques à ceux que nous avons caractérisés dans les formations néogènes et ils semblent pouvoir coexister *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea* cf. *europaea*, *Erica arborea* auxquels se joignent, sans poser de problème écologique semble-t-il, *Vitis vinifera* et deux éléments nouveaux : *Myrtus communis* et le genre *Celtis*. La présence de ce dernier, toutefois, demande que soit rappelée la précieuse indication qu'apporte Th. MONOD (1963) selon lequel le développement de cette espèce implique des chutes de pluies annuelles d'au moins 450 mm. On sait cependant aussi que *Celtis* compte au nombre des essences ripicoles présentes en quelque "forêt-galerie" de l'étage basal méditerranéen, dans la vallée de l'Ourika (R. MAIRE, 1924) en une région où il est vraisemblable que la pluviosité est inférieure à celle évo-

quée précédemment, mais où le déficit d'humidité atmosphérique est probablement compensé par les conditions locales particulièrement favorables.

La présence de *Cedrus* est ici envisagée avec la réserve exprimée dans les analyses précédentes. Quant à *Pinus* et *Quercus* (n'appartenant pas au type "*ilex*") dont les pollens sont représentés en assez grand nombre dans certains niveaux, il est évident qu'ils ne peuvent être associés au groupe des essences précédentes en raison de leurs exigences hydriques.

Les analyses de la première série d'échantillons étant anciennes, les montages se sont mal conservés et nous n'avons pu approfondir la détermination spécifique des pollens de *Pinus*, parmi lesquels nous pensions antérieurement pouvoir reconnaître *Pinus halepensis* (Fr. BEUCHER, 1965). Une observation plus précise des pollens de ce genre, dans les montages résultant du traitement de la seconde série d'échantillons, ne peut permettre de confirmer que *Pinus cf. halepensis* soit représenté. Les pollens, dans l'ensemble des analyses, sont de taille variable (36 à 50 μ), correspondant sans doute à plusieurs espèces dont certaines ne se sont pas forcément maintenues en Afrique du Nord. Ceux dont une coupe optique des ballonnets a été observable correspondent à *Pinus* type "*laricio*".

Les pollens de *Quercus* n'appartenant pas au type "*ilex*" semblent pouvoir représenter, pour la plupart d'entre eux, *Quercus suber* : ce sont des pollens équiaux, montrant un triangle polaire assez grand, des sillons dont les bords sont très régulièrement dessinés suivant le méridien et une exine finement granuleuse. Il est probable que sont présentes d'autres espèces dont les pollens sont nettement longiaux. Un tout petit nombre ont été comparés à *Quercus mirbeckii*.

En dépit de son appartenance au groupe des éléments méditerranéens s.s., on doit reconnaître en l'association "*Pinus* type *laricio* - *Quercus cf. suber*", un ensemble qui, du point de vue écologique, est plus proche du groupe des éléments tempérés que du petit groupe que nous avons vu s'adapter aux conditions de semi-aridité minimales envisagées. Il est vrai, rappelons-le, qu'au Maroc 400 mm de pluies annuelles suffisent à *Quercus suber* qui néces-

site, en Algérie, en raison de températures plus élevées, une moyenne de 600 mm. d'eau. Il n'en reste pas moins qu'il paraît tout à fait évident que *Quercus cf. suber*, si notre détermination est convenable, et les autres espèces restées indéterminées, ainsi que *Quercus cf. mirbeckii*, associées à *Pinus* type "*laricio*", constituent au sein du groupe des espèces méditerranéennes s.s., un ensemble à caractère sûrement mésophile, se juxtaposant au groupe des espèces dont la plasticité écologique certaine, autorise à penser qu'elles sont capables de survivre aux conditions beaucoup moins favorables de semi-aridité déjà longuement envisagées.

d) Quant au groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, nous nous limiterons aux observations que suggèrent les microflores comptant plus de 100 pollens. Il apparaît nettement que cette fraction de la microflore traduit en général le développement de genres à caractère édaphique, liés dans la nature actuelle au milieu désertique (*Ephedra cf. alata*, *Calligonum*, *Cornulaca monacantha*, Chénopodiacées type "*Atriplex*") et d'autres plus nettement méditerranéennes qui se rapprochent, nous l'avons vu à propos du Néogène, du groupe des essences méditerranéennes s.s. (*Ziziphus lotus*, *Artemisia*, Ombellifères non-sahariennes, Rosacée, notamment). Ici encore nous ne pouvons faire la part des Graminées et d'éventuelles Composées psammophiles.

Nous n'avons volontairement pas insisté, précédemment, sur les remarques d'ordre quantitatif que suggère plus particulièrement l'examen de la microflore représentant ce groupe d'éléments. Ici en effet, interviennent des réflexions propres à la composition-même de ce dernier. Pour en faciliter la mise en évidence, les pourcentages des éléments dont la présence mérite d'être notée ont été rassemblés, pour les niveaux les moins pauvres, dans le tableau suivant. Celui-ci, parallèlement aux données du tableau IX, soutiendra les quelques réflexions que nous apporterons à sa suite.

	1	4	5	8 bis	9	9 bis
<i>Ephedra cf. alata</i>	20%	3,5%	3%	20%	+	23,5%
<i>Cornulaca monacantha</i>	9%	10,5%	+	+	-	+
type " <i>Atriplex</i> "	12%	3,5%	+	12%	+	6%
Composées	11%	23%	4%	+	+	+
<i>Artemisia</i> (Composée)	7%	3,5%	+	21%	11%	16%
Graminées	5%	6,5%	12,5%	14%	9%	15%
<i>Paronychia</i>	+	6,5%	+	+	8%	15,5%
Crucifères	-	7%	+	+	-	+
Ombellifères	2,5%	+	+	+	-	-
Indéterminés	+	+	8,5%	+	9,5%	0%
Indéterminables	20%	10%	+	+	38%	8%

Notons alors que la comparaison entre les analyses d'échantillons prélevés parallèlement est très "parlante" :

- en 4, 100 gr de sédiment ont livré des pollens représentant toute la diversité des espèces entrant dans cette catégorie, selon des quantités non-négligeables, voire-même importantes (Composées notamment). En 4 bis, cette microflore devient extrêmement pauvre bien qu'issue de 500 gr de sédiment.

- la comparaison des échantillons 5 et 5 bis, déjà envisagée est encore plus explicite.

- quant aux échantillons 8 et 8 bis, il apparaît nettement, qu'au regard de la représentation de l'élément envisagé dans 100 gr du seul échantillon 8, on eut pu croire qu'il était pratiquement absent du niveau sédimentaire correspondant, alors qu'en 8 bis il s'y révèle selon une intéressante diversité et une relative importance, pour ne citer en exemple que les genres *Ephedra* et *Artemisia* notamment. Il est remarquable qu'une observation comparable peut être faite au niveau des échantillons 9 et 9 bis, issus de la même formation gréseuse que les précédents. Ici encore par exemple, le genre *Ephedra*, pratiquement inexistant en 9, est représenté selon 23% de la microflore en 9 bis.

En conclusion de ce bref aperçu de la composition de la microflore représentant l'élément désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, se précise en général l'importance de la notion de "variations latérales". Celle-ci

est soulignée par l'évidence que, si dans le cas de sédiments pauvres, on a certainement plus de chances d'obtenir des résultats positifs en augmentant considérablement les quantités de sédiment traitées, ceci toutefois ne se vérifie pas dans tous les cas, ce que prouvent les analyses des échantillons 4 et 4 bis. Alors probablement, la multiplicité des analyses de quantités moyennes de sédiments prélevés proches les uns des autres, peut pourvoir au problème posé par l'inégale dispersion de la microflore dans le sédiment étudié.

e) Les pollens de quelques éléments liés à un milieu humide ou sub-humide sont dispersés dans l'ensemble des analyses : *Cyperus* probablement, *Tamarix*, *Typha angustifolia* et une spore indéterminée de Ptéridophyte.

f) On ne peut négliger de noter l'importance fréquente du pourcentage des pollens indéterminables. Il est regrettable que le nombre de ceux restés indéterminés soit parfois assez élevé. Nous savons cependant maintenant qu'il recouvre une part de pollens reconnus, postérieurement à la première série ancienne de ces analyses, comme appartenant au genre *Artemisia* (pollens à mesocolpium concaves) mais nous ne sommes pas en mesure d'en préciser la proportion.

3 - Incompatibilité évidente entre certaines catégories d'éléments précédemment évoquées.

Le caractère incohérent de cette microflore est indubitable, que celle-ci soit envisagée globalement ou au niveau de chacune des analyses dont on peut retenir les résultats numériquement valables. La présence d'éléments tempérés, exigeants du point de vue hydrique, est parfaitement incompatible avec le développement plus ou moins important d'essences à caractère désertique ou sub-méditerranéen, même si l'on envisage que ceux-ci aient pu, dans le passé, s'adapter à des conditions plus humides que celles actuelles, comme cela a été proposé lors de l'étude du Néogène.

Sans même avoir abordé l'aspect stratigraphique de cette étude, il suffit d'évoquer l'origine de ces écoulements en nappes responsables de la

sédimentation aïdienne dans la Haute Saoura et plus précisément dans la région de Mazzer, pour reconnaître en toute cette microflore, une part importante d'éléments allochtones transportés par les eaux venues de l'Atlas. L'éventualité d'apports éoliens ne peut être exclue naturellement. Au nombre de ces éléments allochtones, on peut alors compter la majorité probablement des éléments tempérés, sûrement aussi la quasi-totalité des pollens de *Pinus* et ceux des espèces du genre *Quercus* n'appartenant pas au type "*ilex*".

Quant au groupe dit "cohérent" des éléments méditerranéens *s.s.* dont nous avons proposé la coexistence au Néogène, sous des conditions semi-arides, avec des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, nous ne pouvons ici l'envisager hors du contexte stratigraphique et géographique qui doit maintenant être précisé.

Essai d'interprétation des résultats palynologiques situés dans le
contexte stratigraphique et géographique.

On essaiera de considérer successivement les différents niveaux sédimentaires et les microflores analysées dans les prélèvements leur correspondant.

1 - A la partie inférieure de la coupe, les "sables de Mazzer" occupent le fond du "chaba", marquant le début de la sédimentation aïdienne. L'étude granulométrique des sables en question a permis de dresser des courbes cumulatives dont le profil, relativement étalé, caractérise un type de sédimentation fluviatile. Il est admis par les géologues que des écoulements lents, en nappes, d'origine septentrionale essentiellement, sont responsables de ces épandages sableux, venus recouvrir la dalle généralisée que l'on a vue coiffer la Hamada du Guir dans sa partie méridionale. Il semble envisagé que des nappes lacustres aient pu exister, peu importantes sans doute, car le faciès des "sables de Mazzer" ne caractérise pas un régime sédimentaire autre que fluviatile.

Du point de vue géographique et topographique il faut situer cette zone de sédimentation comme un vaste pays plat, à une altitude sans doute proche de celle de la dalle hamadienne que nous connaissons (500-510 m à Mazzer), ou légèrement inférieure, suivant l'âge du mouvement tectonique qui a donné à la surface de la Hamada sa pente actuelle. Les plus proches reliefs qui ont sûrement dominé, à une altitude voisine de 700 m, les formations sédimentées, se situent à une cinquantaine de km de Mazzer, vers le Nord (Djebel Arlal) et vers le Sud-Ouest (Monts de Zerhamra) (cf. figure 2).

La microflore pollinique dont la sédimentation est contemporaine de celle des "sables de Mazzer" n'est valablement représentée que dans l'échantillon 1, prélevé dans le fond du "chaba". Quelques éléments tempérés (1,6%) ainsi que *Pinus* et *Quercus* (*Q.cf. subcr* + *Q. mirbeckii*) doivent être considérés comme allochtones. Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est par contre bien développé et diversifié. L'ensemble des espèces sûrement psammophiles (*Ephedra cf. alata*, *Cornulaca*) rassemble 29% des pollens : c'est l'expression du développement d'une végétation très diffuse, liée à ces nappes sableuses que devaient ménager des écoulements divagants. La physionomie de ce paysage était probablement sujette à de fréquentes variations, en l'absence de réseau hydrographique précisément canalisé. C'est à la faveur de ces sables, plus ou moins temporairement et localement émergés, qu'il faut supposer le développement des espèces plus ou moins désertiques ou sub-méditerranéennes et notamment celles à caractère halophile. Le régime climatique sous lequel a pu s'effectuer ce type de sédimentation semble impliquer une certaine humidité. Peut-on envisager, dans la région de Mazzer du moins, des conditions de semi-aridité comparables à celles supposées au Néogène, plus ou moins accentuées ? La microflore ne permet guère de se prononcer. Les seuls pollens de *Quercus* type "*ilex*" (1 pollen de *Vitis vinifera* en 3) ne peuvent être issus que de quelque spécimen de cette espèce, réfugié sur les reliefs plus ou moins proches, sans exclure les djebels d'Ougarta. Mais dans le contexte général de la microflore, on peut tout aussi bien envisager ces pollens comme étant également d'origine atlasique plus lointaine. Si donc la sédimentation aïdienne, à ses débuts,

laisse présumer de conditions climatiques beaucoup moins rudes que celles actuellement désertiques, la flore pollinique seule ne suffit pas à prouver que les écoulements en nappes se soient effectués en régime plutôt semi-aride (300 mm d'eau au moins) que sub-aride (moins de 300 mm d'eau).

2 - Si le niveau des sables brun-rosé sus-jacent n'apporte aucune donnée floristique valable, les sables blancs supérieurs ont livré, dans l'échantillon 4, une microflore quantitativement valable, également empreinte d'un caractère allochtone, mais riche d'éléments désertiques-sub-méditerranéens-méditerranéens. Dans cette microflore ce sont surtout les Composées qui se distinguent par leur pourcentage (23%), tandis que les espèces psammophiles sont nettement moins développées (*Ephedra* : 3,5% - *Cornulaca* : 10,5%), de même que les halophiles (3,5%). Si l'on tient compte des éléments méditerranéens s.s. présents à la fois en 4 et 4 bis, on réunit *Quercus* type "*ilex*", *Juniperus oxycedrus*, *Erica arborea* et *Vitis vinifera*. Ce niveau de sable blanc-rosé n'est pas précisément noté dans la coupe relevée par J. CHAVAILLON, mais par analogie avec les niveaux qu'il décrit au-dessus des "sables de Mazzer", il est vraisemblable que celui, ici envisagé, se situe déjà au sein de formations marquant le passage du régime des écoulements diffus, à un régime plus nettement lacustre s'étendant largement sur toute la Haute Sacra notamment. Peut-être la microflore présente dans ce niveau, n'a-t-elle pas d'autre origine que des flots dispersés çà et là, ayant encore échappé à la submersion par les eaux plus franchement lacustres. Pour la même raison qu'antérieurement, il est difficile de préciser si l'ensemble des pollens d'espèces méditerranéennes s.s. ci-dessus énumérées, doit être interprété comme originaire des reliefs les plus voisins. Il est vrai que même en régime semi-aride, à la limite inférieure des conditions de pluviosité qui le caractérisent (300 mm), on peut imaginer le groupe précédent présent sur les djebels les moins éloignés, à condition qu'*Erica arborea* et *Vitis vinifera* y trouvent une humidité locale suffisante. Dans des conditions de pluviosité inférieures, il faudrait vraiment des biotopes particulièrement privilégiés pour admettre la possibilité de leur subsistance, qui ne paraît pas exclue toutefois des Monts d'Ougarta. Cependant à partir

du moment où un régime fluviatile ou lacustre est sous la dépendance de reliefs relativement éloignés comme le sont les montagnes de l'Atlas, dans la mesure où la zone de sédimentation ne se situe pas à proximité immédiate de reliefs pouvant servir de refuges et où aucune donnée de la part des géologues ne prouve l'existence d'un régime semi-aride plutôt que sub-désertique, rien ne nous permet d'exclure que ces éléments soient eux-mêmes allochtones. Nous ne pouvons que noter enfin, l'isolement au sein de cette microflore, d'un pollen du genre *Rhus*, d'origine tropicale sahélienne, dont nous avons vu antérieurement les exigences biologiques.

3 - L'installation du régime lacustre est tout à fait précisée au niveau du "rhassoul" et il est regrettable que ce sédiment, *a priori* favorable à la conservation des pollens (sédiment très fin contenant 83% de carbonates), se soit révélé aussi pauvre. En effet, un seul parmi les cinq échantillons étudiés a livré 230 pollens (éch. 5) et, si l'on en exclut les éléments sûrement allochtones, il ne subsiste plus qu'un nombre de pollens inférieur à 100, pouvant être considérés *in situ*. Les essences désertiques-sub-méditerranéennes-méditerranéennes, bien que faiblement représentées, y sont variées. Il s'y adjoint, dans l'ensemble des analyses effectuées au sein de cette formation, *Quercus* type "*ilex*", *Juniperus phoenicea*, *Olea cf. europea*, *Erica arborea*, *Myrtus communis* et *Celtis*. Le pollen d'*Acacia sp.* ("gommier") peut intervenir comme un élément aussi bien saharien que sahélien. La pauvreté du sédiment en pollens dont il serait permis de penser qu'ils sont autochtones, peut être due à une grande extension des eaux lacustres, fussent-elles peu profondes et à la faible importance de la pluie pollinique en ce point éloigné des zones capables d'abriter quelques éléments d'une végétation steppique peu abondante. La présence dans la microflore d'un pollen de *Celtis* a été discutée à propos du niveau sableux sous-jacent au "rhassoul". On doit alors semble-t-il, quant à la flore pollinique contenue dans ce dernier sédiment, envisager trois éventualités :

a) ou bien, effectivement, le groupe des espèces méditerranéennes s.s. les plus xérophiles, a vécu à l'Aldien sur les reliefs émergés et plus

probablement dans les Monts d'Ougarta, dans des conditions d'humidité déterminées par les exigences de *Celtis* telles que les a définies Th. MONOD (1963) et c'est alors un régime climatique semi-aride, légèrement plus humide que celui que nous avons cru pouvoir envisager au Néogène qui s'est étendu sur le domaine lacustre aïdien. Ceci ne paraît pas très conforme à la pensée de J. CHAVAILLON qui présume d'une aridité croissante au cours de l'Aïdien (*loc. cit.*, p. 69).

b) ou bien, à la faveur de biotopes particulièrement privilégiés lui offrant suffisamment d'humidité, *Celtis* a trouvé dans les zones abritées au coeur des djebels, une certaine compensation à des conditions de semi-aridité plus accentuées que celles qu'il supporte en général.

c) ou enfin, tout ce groupe des éléments précédents doit être considéré comme allochtone et atlasique au même titre que les espèces tempérées entre autres.

Toutefois il paraît peu probable que ce lac aïdien en Haute Saoura ait pu persister en milieu sub-aride ou aride, même alimenté par des apports venus du Nord. Les conditions d'humidité, supposées minimales, impliquées par la présence de *Celtis* deviennent pourtant plus difficiles encore à concilier avec celle des éléments désertiques les plus stricts. On doit vraiment envisager alors, semble-t-il, une implantation de ces diverses espèces en des milieux bien différenciés, idée difficile à préciser dans une analyse relative à la région de Mazzer, compte tenu du contexte dans lequel a évolué la sédimentation aïdienne.

4 - Trois échantillons de la dalle gréseuse scoriacée supérieure ont permis autant d'analyses livrant plus de 100 pollens. Seules sont valables cependant les analyses des échantillons 8 bis et 9 bis, reposant toutes deux sur 400 gr de sédiment (en 9, la microflore compte un trop grand nombre de pollens d'essences tempérées et d'indéterminables). Les microflores déterminées correspondant à un épisode sédimentaire à caractère lacustre, posent les mêmes problèmes et conduisent aux mêmes incertitudes que les analyses précédentes :

- intervention d'un groupe d'éléments allochtones,

- présence d'un groupe méditerranéen s.s. "cohérent", xérophile, rassemblant *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Celtis*, dont on ne sait affirmer l'origine locale ou allochtone.

- développement dominant du groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, au sein duquel domine *Ephedra cf. alata* (20-23%), ce qui n'étonne nullement étant donnée la nature pétrographique du sédiment. *Artemisia* et Graminées sont bien représentées et également les Chénopodiacées du type "*Atriplex*". Ce faciès sédimentaire marquant la fin du long épisode lacustre caractérisant une partie de l'Aïdien, est considéré par J. CHAVAILLON comme sujet à des variations locales et temporaires, subordonnées à de fréquentes émergences et à des périodes d'assèchement. La physionomie de cette région est alors probablement vouée à une évolution permanente, rendant très mouvante aussi la répartition des îlots de végétation. Il n'en reste pas moins que ceux-ci se trouvaient isolés des reliefs susceptibles d'abriter les espèces méditerranéennes xérophiles, en supposant que les pollens de ces dernières ne soient pas d'origine allochtone atlasique.

II - CONCLUSIONS.

De cette étude des formations aïdiennes à Mazzer, étude difficile parce que jalonnée d'incertitudes liées au contexte géographique dans lequel s'est effectuée la sédimentation, il ne semble pouvoir se dégager dans l'immédiat, que des conclusions très succinctes et aléatoires. On ne pouvait semble-t-il adopter, *a priori*, le principe d'une interprétation "globale" de la composition de la microflore, comme cela fut possible au Néogène, puisque les dépôts se présentent selon une stratigraphie bien caractérisée. Cependant, il s'avère que l'examen de la composition des microflores en fonction des niveaux, pourtant individualisés, auxquels elles se rapportent, ne permet guère de conclure à une évolution quelconque de la végétation au fur

et à mesure de la sédimentation. Il reste seulement possible, au terme de cette analyse de rassembler les réflexions suggérées çà et là au cours du précédent commentaire.

1 - Du point de vue quantitatif et qualitatif également, la notion de "variations latérales", dont résulte la nécessité de multiplier des analyses de quantités raisonnables de sédiment, échantillonnées "horizontalement", a été précisée et amplement démontrée.

2 - Du point de vue strictement qualitatif, le trait dominant cet ensemble d'analyses, est l'importance prise dans la microflore, par un groupe d'éléments allochtones tempérés ou plus méditerranéens, d'origine atlasique, absents pour la majorité d'entre eux, de la végétation forestière actuelle d'Afrique du Nord. L'intervention de pollens représentant cette flore, alors implantée dans cette région, s'explique tout à fait à la lumière des données géologiques qui précisent qu'un régime fluviatile puis lacustre, d'influence septentrionale plus particulièrement, est responsable de la sédimentation aïdienne en Haute Saoura.

Tout raisonnement ou suggestion à partir du seul groupe des éléments désertiques-sub-méditerranéens-méditerranéens est aléatoire. De cette série d'analyses du moins, il ne ressort guère de données positives. Que des pourcentages élevés de pollens d'*Ephedra* apparaissent dans des niveaux sableux ou gréseux n'étonne en rien et il est dommage que les analyses effectuées à partir d'échantillons de "rhassoul", que l'on pensait prometteur, se soient montrées sans intérêt.

Le groupe des éléments qui eût été explicite peut-être, est celui qui rassemble les espèces méditerranéennes s.s. les plus xérophiles, ou rupicoles : mais il serait très imprudent d'accorder une signification à la présence de ce dernier, au sein d'une microflore comportant une part d'individus allochtones au nombre desquels on ne peut exclure qu'il puisse compter. Naturellement, l'étude géologique elle-même inclinerait à penser que ce régime fluviatile puis lacustre n'a pu s'instaurer que sous des conditions climatiques supposant un minimum d'humidité, relictuelle sans doute de

celle, très grande, responsable d'une longue période d'érosion antérieure. Il n'est cependant pas possible d'évaluer ce minimum en s'appuyant sur une petite fraction de la microflore dont le caractère "autochtone" reste marqué d'incertitude. Peut-être des analyses de sédiments aïdiens, déposés dans les Monts d'Ougarta, échappant à l'influence des apports hydriques septentrionaux, permettront d'éclairer ce problème d'une juxtaposition de microflores d'origines diverses, origine mal définie pour certaines d'entre elles, dans le cas particulier des dépôts de Mazzer.

G - EPANDAGES EN NAPPES AU SUD DES MONTS D'OUGARTA
LES FORMATIONS SABLEUSES AIDIENNES DE MEKITLA.

Au Sud des Monts d'Ougarta, la région de Mekitla a précédemment fait l'objet d'une étude palynologique des formations continentales néogènes, accumulées dans l'immense cuvette dont l'actuelle sebkha occupe encore les zones d'altitude inférieure. Dans la région située vers la terminaison nord-occidentale de la Sebkha el Mellah, les formations aïdiennes sont visibles, lorsqu'elles ont échappé au recouvrement par les sables de l'Erg el Atchane (J. DRESCH, 1953, J. CHAVAILLON, 1964, p. 45, G. CONRAD, 1969, p. 132). Elles se présentent comme un système de buttes d'altitude variable ou de gradins résultant du démantèlement, au cours des phases d'érosion successives du Quaternaire, d'une puissante formation sédimentaire sableuse, interrompue par deux bancs gréseux. L'épaisseur de cette formation ~~atteint~~ une vingtaine de mètres. L'étude palynologique qui va suivre se rapporte à une série de quatre coupes naturelles qui se relaient (figure 21) échelonnées le long d'un oued fossile, totalisant une quinzaine de mètres d'épaisseur à partir du sommet des formations aïdiennes en ce point. Les échantillons prélevés dans ces coupes, sont ainsi une série de jalons au cours de la sédimentation aïdienne, qui se présente de haut en bas de la façon suivante, le sommet de la butte C correspondant à l'altitude maximale des formations étudiées :

Coupe C (figure 22) (1)

+ croûte grésocalcaire brune, épaisse de 60 cm., correspondant vraisemblablement à un paléosol coiffant la série sédimentaire aïdienne à Mekitla (prélèvements 8, 7).

+ sable rose avec gypse abondant et nodules grésocalcaires, riches en calcaire et peu consolidés (prélèvement 6).

+ sable rose avec gypse moins abondant et concrétions grésocalcaires dures (prélèvements 5, 4).

+ sable rose non gypseux (prélèvement 3).

+ sable ocre (prélèvement 1) avec petits éléments ayant l'aspect de radicelles imprégnées de gypse (prélèvement 2).

Coupe D (figure 22)

+ niveau grésocalcaire (prélèvement 4) sous lequel un lit très gypseux ravine les sables sous-jacents.

+ 2 m de sables brun-ocre avec éléments à aspect de radicelles imprégnées de gypse et petites concrétions blanches gypseuses (prélèvements 3, 2, 1).

Coupe E (figure 23)

+ 3 m environ de sables brun-ocre avec éléments ayant l'aspect de radicelles imprégnées de gypse et petites concrétions blanches gypseuses (prélèvements 4, 3, 2, 1).

Coupe F (figure 23)

+ niveau grésocalcaire avec nodules calcaires (prélèvement 4).

+ 2,50 m. de sables ocres identiques à ceux des coupes D et E (prélèvements 3, 2, 1).

L'uniformité de faciès apparaît très nettement à travers la succession des coupes F, E, D et même encore à la base de la coupe C. Ce carac-

(1) Des prélèvements ont été effectués d'abord sur des coupes dénommées A et B, non retenues parce que trop restreintes au point de vue stratigraphique et d'ailleurs incluses dans l'ensemble C, D, E, F, étudié ici.

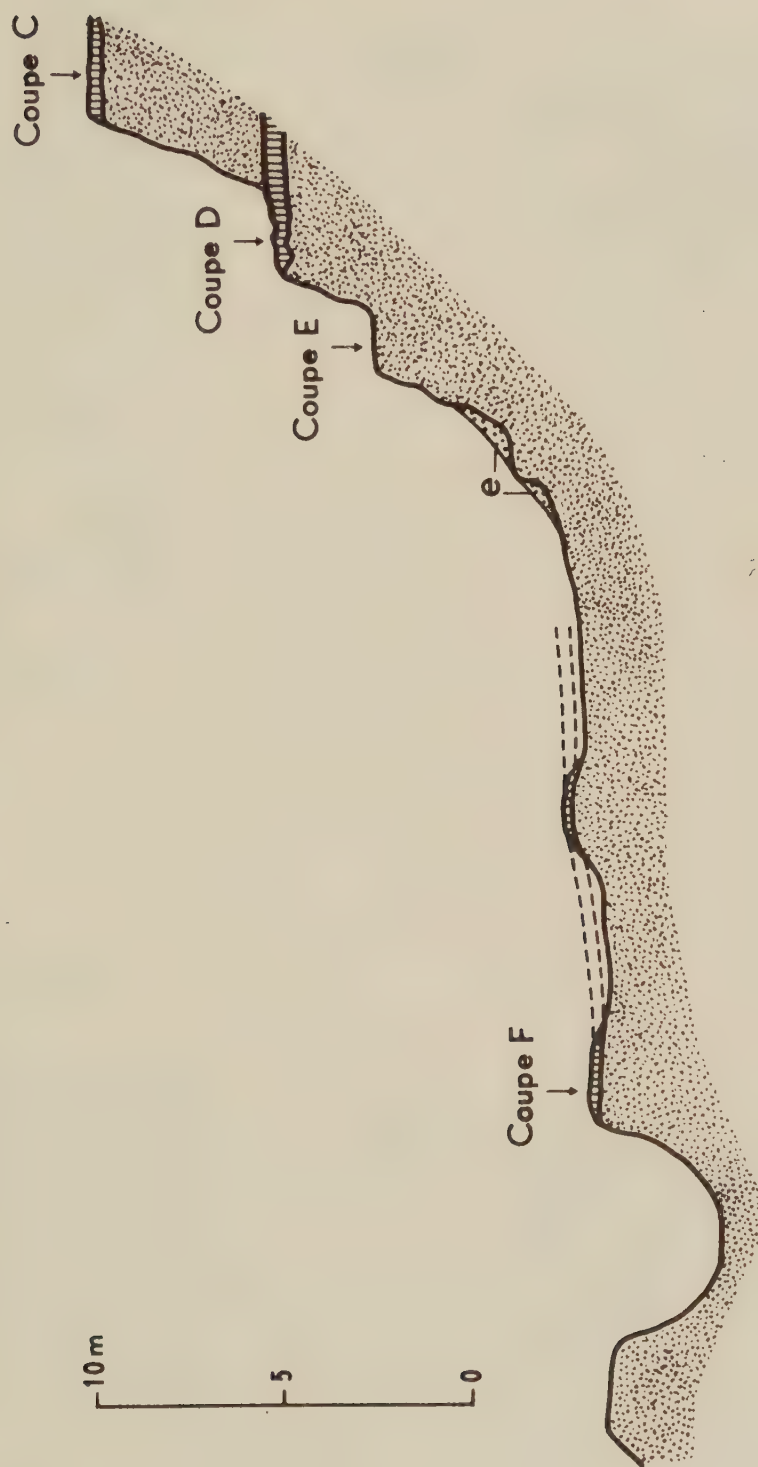
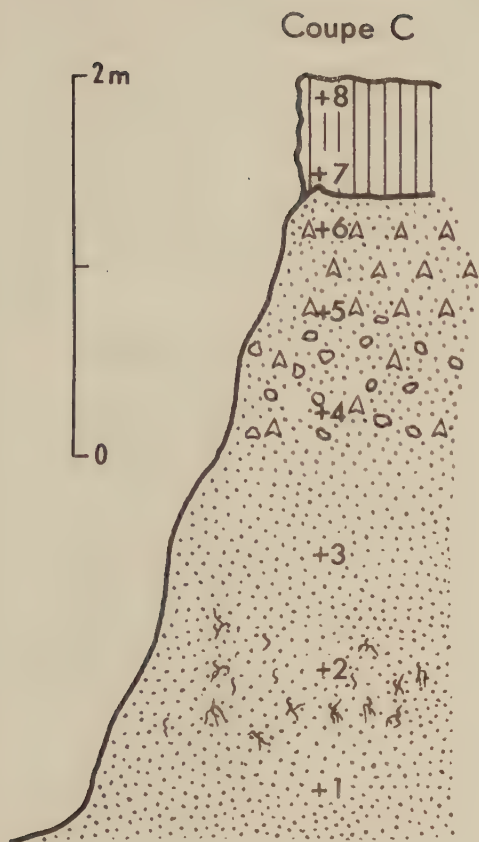
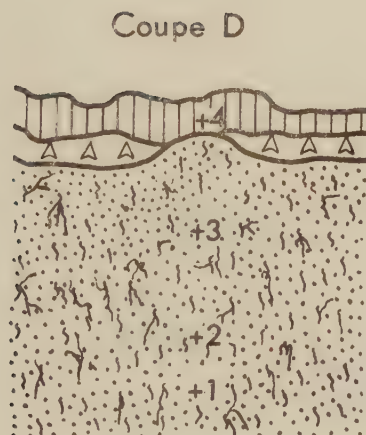


Fig. 21 - Coupe théorique montrant la situation relative des différentes coupes étudiées dans les formations aïdiennes de Mekitla.

e : éboulis.



Coupe C : 1 : sable ocre, avec éléments ayant l'aspect de radicelles, imprégnées de gypse au niveau de 2 - 3 : sables rose -
4, 5 : sable rose avec gypse et concrétions grésocalcaires -
6 : sable rose avec gypse abondant - 7-8 : croûte grésocalcaire.



Coupe D : 1, 2, 3 : sable brun-ocre, avec éléments ayant l'aspect de radicelles imprégnées de gypse et petites concrétions blanches gypseuses.
4 : croûte grésocalcaire (sous la croûte, un lit gypseux ravine les sables sous-jacents).

Fig. 22 - Situation des prélèvements effectués dans les coupes C et D à Mekitla.

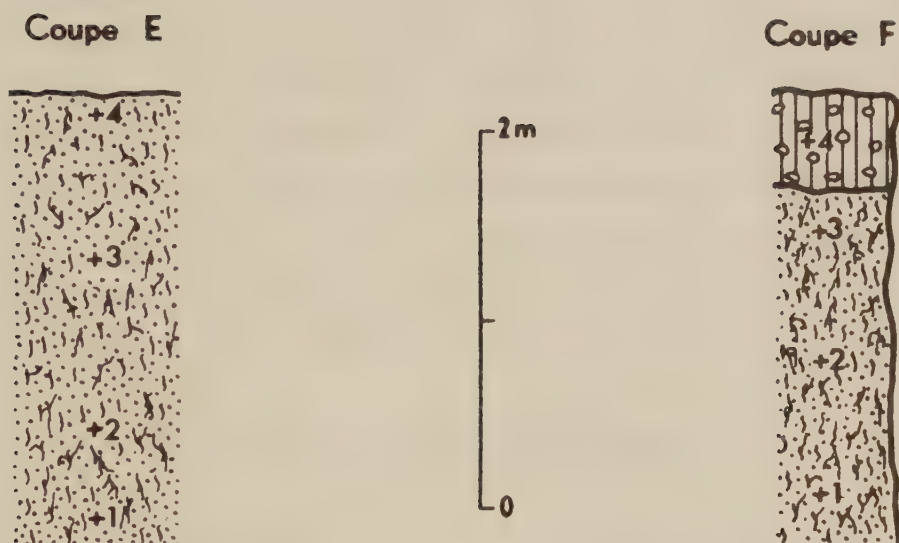


Fig. 23 - Situation des prélèvements effectués dans les coupes E et F à Mekitla.

Coupe E : 1 à 4 : sable brun-ocre, avec éléments ayant l'aspect de radicelles imprégnées de gypse et petites concrétions blanches gypseuses.

Coupe F : 1, 2, 3 : sable ocre avec concrétions blanches gypseuses et éléments ayant l'aspect de radicelles imprégnées de gypse.

4 : croûte grésocalcaire avec nodules calcaires.

tère homogène de la sédimentation est en accord avec les observations des auteurs cités. Selon celles que nous avons pu faire nous-même, la partie supérieure des sables s'enrichit considérablement en gypse et en concrétions calcaires. Toutefois nous ne pouvons, semble-t-il, y reconnaître le faciès marno-sableux qui marquerait, selon les auteurs, la fin de la sédimentation aïdienne. Son absence est peut-être le fait de variations de faciès ou de phénomènes de ravinement. Couronnant la butte C, existe une croûte brune dont la grésification est vraisemblablement postérieure à l'Aïdien.

Il a été impossible, faute de coupes naturelles, d'effectuer des prélèvements propres aux études palynologiques, dans les couches les plus inférieures de l'Aïdien (5 m d'épaisseur au maximum).

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Les coupes C, D, E, F sur lesquelles nous avons localisé les prélèvements montrent qu'ils ont été effectués de manière assez serrée, malgré l'unité pétrographique des formations étudiées. La présence en grande abondance d'efflorescences gypseuses mêlées aux sables, enrobant notamment de petits éléments blancs qui paraissent être des radicules, laissait craindre que toutes ces formations soient stériles en pollens. En fait, 20 échantillons ont été traités et pour 16 d'entre eux, nous pouvons donner les résultats d'analyses rendues très longues et difficiles par la présence de particules gypseuses qui subsistent après déminéralisation des échantillons, selon les méthodes habituelles. Les quantités de sédiment traitées sont malheureusement inégales (1) : 100 gr seulement de chacun des prélèvements de la coupe C ont été analysés, livrant des pollens en quantité extrêmement faible. Par contre les analyses des échantillons issus des coupes D, E, F,

(1) Le traitement des échantillons a été effectué en deux fois : ceux issus de la coupe C ont été traités en 1963, avant la mise au point des techniques que nous appliquons maintenant à des quantités de sédiments très supérieures

reposent sur des quantités de sédiment variant entre 300 et 320 gr. Les résultats n'en restent pas moins très inégaux : seuls, à la base des formations sableuses étudiées, les échantillons F 3, F 4, E 2 ont permis de compter respectivement 146, 115 et 206 pollens. Devant la pauvreté des sédiments en général et l'homogénéité de faciès des formations étudiées, nous serions tentés de faire une analyse globale des résultats obtenus. Cependant, si nous avons réussi à dresser un schéma théorique établissant une relation entre les différentes coupes, il est toutefois indispensable d'envisager les résultats pour chacune des coupes séparément, respectant ainsi les éventuelles variations enregistrées par la sédimentation pollinique (Tab. X) (pl. XVI-XVII).

Coupe F (à la base des formations étudiées)

Les échantillons F 3 (sable mêlé de gypse) et F 4 (niveau gréseux, situé au sommet de la coupe F), sont parmi les plus riches en pollens (140 pollens en F 3 et 111 en F 4). De leurs deux analyses se dégage une image du contenu pollinique ainsi caractérisée :

1 - Les genres *Acacia* et *Rhus* représentent l'élément d'origine tropicale (selon des pourcentages voisins de 4 en F 3 et inférieur à 1 en F 4).

- une polyade d'*Acacia raddiana* a été reconnue avec certitude (pl. XVI, figures 17-18), la seconde, altérée, ne pouvant être rapportée qu'à une espèce du groupe des "gommières" (peut-être *A. raddiana* également).

- Quant aux pollens du genre *Rhus* (pl. XVII, figures 12-13), on ne peut que renouveler les remarques faites à leur propos, tant à l'occasion de l'étude des microflores néogènes que de celle de l'Aïdien de Mazzer. Dès maintenant remarquons, sur le tableau X, la permanence frappante de la représentation de ce genre au cours de la sédimentation aïdienne à Mekitla, par ces petits pollens dont la longueur de l'axe polaire est de l'ordre de 20-22 μ et que l'on a rapprochés des pollens d'espèces de ce genre actuellement présentes en Afrique de l'Ouest, considérées comme étant d'origine orientale. La plus septentrionale de ces espèces est, rappelons-le, *Rhus longipes*, ripicole, croissant au voisinage de l'isohyète 500 mm. L'associa-

Eléments d'origine tropicale :

Acacia (dont *A. raddiana* et *A. cf. seyal*)
Rhus (Anacardiaceae)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Pinus (indéterminé)
Pinus (*cf.*) (indéterminé remanié)
 Conifère bi-aillé (indéterminable remanié)

- à caractère tempéré :

Taxus
 formes betuloides (*Betula* ?)
Carpinus
Platanus orientalis
Aesculus (dont *A. hippocastanum*)
Fraxinus excelsior
Tilia
Ulmus (plusieurs esp. ?)
Myrica faya (Myricaceae)

- à caractère méditerranéen. s.s. :

Pinus type "*Laricio*"
Pinus cf. halepensis
Callitris ? *Cupressus sempervirens* ?
Quercus type "*ilex*"
 autres *Quercus*
Pistacia cf. lentiscus
Pistacia cf. atlantica

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ephedra cf. alata
 Chénopodiacées type "*Atriplex*"
 Composées tubuliflores
 Composées liguliflores
Artemisia (Composées)
Artemisia (pollens à mesocolpium concaves)
 Graminées
Pennisetum (?) (Graminée)
Paronychia arabica (Caryophyllacées)
Sclerocephalus arabicus (Caryophyllacées)
 Crucifères
Plantago
Helianthemum (Cistacées)
Heliotropium (Boraginacées)
cf. Salvia (Labiées)
 Umbellifères
Rumex (Polygonacées)
 Rosacées (non *Neurada*)
cf. Convolvulus (Convolvulacées)
Lotus (Papilionacées)
cf. Renonculacées
 Urticacées

Eléments à caractère hygrophile :

Tamarix
Cyperus non conglomeratus

Indéterminés
 Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale
 % des éléments à caractère tempéré
 % des éléments à caractère méditerranéen s.s.

F3	F4	E1	E2	Eu	D1	D2	D4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
2			2												
4	1		14	5	8	1		1			1		1	1	
1		3		1											
	1														
1			4		1										
								2							
			1										1		
	4		4		1						2				
1			4										1	1	1
					2	5	1	1			1			1	
								1			1				
			1					1	1		3				
					1										
2			3				1								
	1		2					1	1		1	2		2	1
1			1												
							1								
22		1	10		1		15				2		1		1
5	3		8		4	1	1	1	1		2		3	1	1
53	76		90	2			3		3	1					
6	4									3	2				
6	2		10				9	2		3	2			1	3
	1			1			5								
12	13	24	25	5	35	4	2	5	8	9	16			6	5
1															
1	1		2		1		1								
			1				1								
17	5		17				3								
					1		1	1							
			3											1	
3	2														
								1							
1			1												
								1					1		
											1				
			1												
					1										
								1	1						
1										1					
2					1	1	1	1			3				1
5		1					3						1		
146	115	29	206	16	61	8	48	21	15	17	37		9	14	13
4%	<1%	-	8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3%	<2%	-	6,3%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2%	<1%	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau X. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations sableuses
 aidiennes à Mekitla, au Sud des Monts d'Ougarta.

tion *Rhus-Acacia* (*A. raddiana* notamment), bien que ce dernier puisse être tout à fait saharien, confère également à la microflore une nuance semi-désertique sahélienne.

2 - Par un très petit nombre de pollens correspondant à moins de 2% de la microflore, est également représenté un groupe d'éléments à caractère tempéré : *Taxus*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus*. Ce dernier genre compte très probablement, comme à Mazzer, deux espèces auxquelles correspondent deux types polliniques de taille différente, l'un d'eux ($P = 24 \mu$) pouvant être rapporté à *Aesculus hippocastanum*, actuellement planté dans nos régions, le second étant nettement plus petit ($P = 18-20 \mu$).

3 - Deux pollens dénommés "*Pinus* (cf.)" et "Conifère bi-ailé", d'aspect très archaïque, appartenant à des espèces différentes (le corps des grains mesurant respectivement 60 à 30 μ), doivent être considérés comme des individus indéterminés ou indéterminables remaniés. Un pollen représentant sûrement le genre *Pinus* cette fois est resté également spécifiquement indéterminé et n'a pu être classé parmi l'un quelconque des groupes d'éléments à caractère tempéré ou méditerranéen. La seule structure de l'exine des ballonnets, dont la couche alvéolaire ne dépasse pas 2 μ de profondeur, empêche, d'après Mme VAN CAMPO (communication orale, 1969), de rapprocher ce pollen de ceux de quelqu'une des espèces actuellement présentes dans le bassin méditerranéen. S'agit-il d'une espèce archaïque et d'un pollen également remanié, malgré son parfait état de conservation ? S'agit-il d'une espèce du genre *Pinus*, circumméditerranéenne et atlasique au Villafranchien, puis éteinte dans cette région ? Cette question a déjà été évoquée dans le chapitre consacré à l'étude morphologique. Tenter de le résoudre supposerait une connaissance très vaste de la morphologie des pollens d'espèces du genre *Pinus* étrangères au groupe des Abiétacées européennes ou eurasiatiques. Nous ne sommes pas en mesure, dans l'état actuel de nos références, d'approfondir la détermination d'un pollen dont l'intérêt certain, même s'il s'agit d'un individu archaïque remanié, est ici pressenti sans que nous puissions le mettre davantage en évidence.

4 - Peu développé, le groupe des espèces à caractère méditerranéen s.s. correspond à un faible pourcentage (2%) de la microflore, comptant comme éléments xérophiles *Quercus* type "*ilex*" et *Pistacia cf. atlantica* (pollen de 30 μ de diamètre, montrant plusieurs poroïdes et une exine réticulée à mailles irrégulières).

5 - De l'ensemble des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, se détachent principalement les Composées tubuliflores (36% en F 3, 66% en F 4), *Ephedra cf. alata* (15% en F 3 mais absente en F 4), les Crucifères (11,5% en F 3, 7% en F 4) et les Graminées (8% en F 3, 11% en F 4). Les Chénopodiacees halophiles, les Composées liguliflores, *Artemisia*, *Paronychia arabica*, les Ombellifères ne sont représentées qu'en quantités minimales ou de façon rarissime.

Nous ne savons définir le caractère de l'espèce représentée par les pollens du genre *Heliotropium*. L'une des espèces de ce genre, *H. undulatum*, se retrouve dans l'ensemble du Sahara, adaptée au milieu désertique, mais de souche septentrionale. Les autres espèces, présentes en Afrique du Nord, ne sont pas strictement méditerranéennes, mais pour certaines circumboréales. En l'absence de détermination spécifique, il est impossible de préciser la signification des pollens fossilisés. A travers ce groupement steppique, nous reconnaissons un ensemble plus particulièrement psammophile (*Ephedra cf. alata*) lié au faciès sédimentaire. Parmi les petits pollens de Composées tubuliflores, l'un d'eux au moins nous a paru pouvoir représenter *Cotula cinerea* (pl. XVII, figures 14-15) dont on sait que c'est une espèce psammophile. Mais rien ne permet d'affirmer que la détermination soit exacte : les raisons en ont été longuement explicitées dans le chapitre rappelant la morphologie des pollens de Composées notamment. On ne peut non plus, en supposant qu'il s'agisse bien de l'espèce sus-citée, faire la part de représentation de cette espèce dans l'ensemble des pollens de Composées, exceptionnellement aussi bien conservés que celui en question. Aussi, la grande quantité de pollens de cette famille dans la microflore de l'échantillon F 4 notamment nous renseigne-t-elle mal sur l'éventuelle nuance, désertique ou plus méditerranéenne, qu'elle pourrait conférer à la microflore.

Parmi les pollens de Graminées, un grand pollen de 60 μ a été déterminé comme appartenant au genre *Pennisetum* (?) (pl. XVII, figures 2-3). L'incertitude qui subsiste dans la détermination pose le même problème que précédemment. Le genre est, en soi, cependant désertique, représenté par une espèce localisée au Sahara septentrional s.l., *Pennisetum dichotomum* et deux autres, implantées en territoire saharien d'influence méridionale.

On a grand peine à définir le caractère de cette microflore qui, il est vrai, compte un certain nombre de genres ou espèces sûrement adaptés au milieu désertique dans la nature actuelle, alors que nous ne sommes pas en mesure de mettre en évidence avec certitude un ensemble de pollens d'essences plus nettement méditerranéennes puisque les familles les mieux représentées ne permettent pas de détermination suffisamment précises. Le genre *Cyperus* est indicateur d'un milieu localement humide.

Nous n'avons pas voulu dissocier les analyses des échantillons F 3 et F 4 qui ne présentent, nous l'avons vu, de différences majeures qu'au niveau de l'importance numérique des pollens de Composées, de Crucifères et du genre *Ephedra* (ce dernier disparaissant en F 4, ce à quoi on ne doit attacher une importance fondamentale au regard des faciès auxquels correspondent les échantillons). La différence pétrographique existant entre les échantillons F 3 et F 4 n'est due probablement qu'à une évolution pédologique secondaire du faciès sableux au sommet d'un palier déterminé par des phénomènes d'érosion tardive, postérieure à la sédimentation des sables et des pollens dans le même temps.

Etant données l'homogénéité des conditions de sédimentation et, ainsi qu'il apparaîtra au cours de ce chapitre, celle du contenu pollinique de l'ensemble des analyses, nous prendrons le parti de n'envisager qu'à la fin de l'étude des coupes de Mekitla, la signification de la présence de la flore pollinique d'origine arborée à caractère tempéré et peut-être aussi de celle à caractère méditerranéen s.s.

Coupe E

C'est en cette coupe que se trouve l'échantillon le plus riche en pollens (205, en E 2). L'échantillon E 3 s'est montré stérile. En E 1 et E 4, respectivement 29 et 16 pollens révèlent la présence de *Pinus* (cf.) (indéterminés remaniés), d'*Ulmus* et de quelques formes herbacées, de Graminées principalement. La flore pollinique reconnue dans l'échantillon E 2 se compose ainsi :

1 - Ce sont encore les genres *Acacia* et *Rhus* qui représentent le groupe des éléments d'origine tropicale (% voisin de 8).

- *Acacia* : deux polyades de ce genre sont, de toute évidence, morphologiquement différentes. L'une d'elles appartient très probablement à *Acacia raddiana*. La seconde, de taille supérieure (46 μ), montre une exine épaisse, tectée, relativement grossièrement réticulée. Il semble que l'on puisse l'identifier au pollen d'*Acacia seyal*. A propos des polyades de cette dernière espèce, Ph. GUINET (1969, p. 123, tab. 18) indique une dimension du grand axe de 58 μ , valeur qui dépasse de loin celle mesurée sur le pollen fossile. Toutefois, l'observation d'un montage de pollens de cette espèce nous a permis de noter une certaine variabilité de leurs dimensions, les plus petites polyades, sûrement aussi les moins abondantes, mesurant 50 μ suivant leur grand axe. Compte tenu des variations de taille dont sont responsables les phénomènes de fossilisation, les dimensions relativement faibles de la polyade fossile, en comparaison de celles données par Ph. GUINET, ne semblent pas devoir exclure qu'il s'agisse bien d'*Acacia seyal*. A la publication de Ch. SAUVAGE (1949, p. 126) seront empruntées les données fixant la répartition de cette espèce "afro-tropicale" mais dont les individus "reliques" au Maroc (Sud du Djebel Bani, Anti-Atlas) et en Arabie, témoignent d'une extension septentrionale passée assez vaste. Son aire de dispersion, en zone sahélienne-sub-tropicale, s'étend "depuis la Mauritanie et le Sénégal jusqu'à l'Abyssinie y compris le Sahara central dans les steppes tropicales". Il remonte jusqu'au plateau du Tademaït, atteignant la Hamada de Tinghert au Nord. La présence de cette espèce en Egypte et au

Sinaï est un jalon sur la voie de sa migration vers l'Arabie. Il est remarquable qu'on ne le rencontre pas dans la partie septentrionale (s.l.) du Sahara nord-occidental notamment.

- *Rhus* : ce genre est représenté ici par une quantité notable de pollens du même type que ceux précédemment déterminés, ce qui porte à 8% la proportion de l'élément d'origine tropicale dans l'ensemble de la microflore.

2 - Les espèces représentant un groupe à caractère tempéré sont encore présentes : *Taxus*, *Aesculus* (2 esp. dont *A. hippocastanum*), *Platanus orientalis*, *Fraxinus excelsior*, selon le pourcentage 6,3.

3 - Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. rassemble une Cupressacée (*Callitris* ou *Cupressus sempervirens* : différenciation des pollens quasi-impossible dans l'état actuel de nos moyens d'observation et question déjà évoquée à propos du Néogène), *Quercus* type "*ilex*", *Pistacia* cf. *lentiscus*. Le pollen de cette dernière espèce appelle une précision : de taille très faible (22 μ) pour un pollen de ce genre, le fossile présente une exine mince et très finement réticulée qui, comparée à celle du pollen actuel de *Pistacia lentiscus*, est très semblable et le différencie de celui de *Pistacia atlantica*. Un pollen du même genre, mesurant 22 μ également, a été identifié comme un individu remanié, dans l'échantillon de boue actuelle de la Saoura. *Pistacia lentiscus* figure dans les associations ripicoles actuelles des gorges du Ziz, en bordure de la plaine saharienne. Les quelques espèces sus-citées présentes à Mekitla donnent au groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. sa nuance xérophile, tandis que s'en séparant *Pinus* type "*laricio*" et vraisemblablement *Quercus* (n'appartenant pas au type "*ilex*").

4 - Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est ici moins abondamment développé qu'en F 3 et surtout F 4. Ce sont toujours les Composées (48%) qui dominent de loin l'ensemble de la flore steppique, laissant moins d'importance aux rares Chénopodiacées halophiles, à *Ephedra* cf. *alata* (4,5%) aux Graminées (12%) et aux Crucifères (7%).

Dans cette analyse de l'échantillon E 2 principalement, la composition générale de la microflore révèle l'intervention d'éléments d'origine tropicale à caractère sahélien auxquels se juxtaposent les pollens d'un petit groupe d'espèces méditerranéennes s.s., xérophiles, l'ensemble étant finalement assez diversifié spécifiquement et intéressant par la présence d'espèces nouvelles non représentées dans la coupe F, telles que *Acacia cf. seyal*, *Callitris* ou *Cupressus sempervirens* et *Pistacia cf. lentiscus*. A cette observation se limite l'intérêt et l'originalité de cette analyse par rapport à celles des échantillons F 3 et F 4 . Quant à la flore à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, seule est à noter la persistance du pourcentage dominant des Composées. Par ailleurs les 3 m de sables dans lesquels ont été échantillonnés les prélèvements sont sensiblement comparables à ceux de la coupe F au niveau de F 3. Il faut semble-t-il noter les faits, mais en l'absence de discontinuités dans le faciès sédimentaire, il ne paraît pas permis de conclure à des variations significatives dans la composition de la microflore, variations fondées sur des résultats trop aléatoires quantitativement, puisqu'à des échantillons très comparables pétrographiquement correspondent des analyses riches ou très pauvres, voire même négatives.

Coupe D.

Les analyses des échantillons issus de la coupe D montrent que les pollens deviennent de plus en plus rares. Représentant l'élément d'origine tropicale sahélien, seul subsiste le genre *Rhus* (toujours la même espèce). C'est l'échantillon prélevé à la base de la coupe (D 1) qui a fourni le plus grand nombre de pollens (61) ne permettant pas toutefois d'établir des pourcentages. Dans l'ensemble des échantillons sableux D 1 et D 2, la microflore reflète la juxtaposition des groupes habituels d'éléments d'origines diverses :

- l'espèce d'origine tropicale précédemment citée : *Rhus*.

- quelques genres à caractère tempéré : *Taxus*, *Aesculus* (non *A. hippocastanum*, $P = 20\mu$), *Ulmus* (sans doute plusieurs espèces, les pollens

mesurant 17, 20 et 25 μ). Dans l'ensemble leurs pollens sont caractérisés par un mauvais état de fossilisation.

- un unique témoin d'un élément à caractère méditerranéen s.s., en la présence d'un pollen de *Pinus cf. halepensis* (pl. XVI, figure 8) : pollen dont le corps mesure 54 μ et dont les ballonnets montrent, une coupe optique caractéristique avec convergence des trabécules de la couche alvéolaire vers la racine distale.

- les pollens de la famille des Graminées constituent la part essentielle de la microflore correspondant aux espèces herbacées et de la flore pollinique en général. Il est peut-être significatif que les Composées aient totalement disparu de la microflore dans cette analyse où les Chénopodiacées et *Ephedra cf. alata* sont en quantité négligeable. C'est peut-être alors l'importance du développement des Graminées qu'il faut retenir.

L'analyse, bien que très décevante, de l'échantillon D 4, prélevé dans la croûte gréso-calcaire intercalée dans la sédimentation et marquant de ce fait une variation temporaire du faciès, a été dissociée pour cette raison de celle des échantillons D 1 et D 2. La microflore rassemble des pollens d'*Ulmus*, *Quercus* type "*ilex*", *Pistacia cf. atlantica* et une quantité notable de pollens d'*Ephedra* (15) par rapport au total, faible bien sûr, du nombre des pollens comptés (48).

Les observations stratigraphiques au sommet de cette coupe montrent qu'entre le niveau gréseux dont est issu l'échantillon D 4 et les sables sous-jacents, s'intercale un lit gypseux qui ravine les sables. Toutefois les conditions d'évaporation dont témoigne ce dernier paraissent n'avoir plus existé au niveau du banc gréseux dont le contenu pollinique ne révèle pas un développement particulier des espèces halophiles.

Coupe C.

Les analyses polliniques s'appauvrissent encore considérablement en cette coupe. On ne peut plus faire qu'un examen global de la microflore déterminée dans l'ensemble des 8 échantillons étudiés, chacun n'ayant fourni que de petites quantités de pollens variant entre 9 et 37.

Le genre *Rhus* subsiste de façon étonnante. Les espèces à caractère tempéré sont représentées par quelques formes bétuloïdes et par des pollens de *Carpinus*, *Fraxinus excelsior*, cf. *Aesculus* (pollen très altéré), *Platanus orientalis*, *Tilia* et *Myrica faya*. Ces deux derniers genres appellent quelques précisions.

Le pollen du genre *Tilia* (pl. XVI, figures 6-7 (P = 35 μ , E = 20 μ ectexine et endexine d'égale épaisseur totalisant 2,5 μ) n'a pu être rapproché des pollens d'aucune des espèces européennes ou eurasiatiques auxquelles il a été comparé : *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Tilia rubra*, *Tilia dasystyla*.

Quant au genre *Myrica*, c'est surtout à propos de son actuelle répartition que nous voulons apporter quelques remarques. L'espèce *Myrica faya* a pu être déterminée sans aucun doute grâce au microscope de comparaison (pl. XVI, figures 1-2). Actuellement sont localisées, en Afrique orientale, trois espèces du genre *Myrica* et une seule en Afrique australe, les autres espèces étant américaines, asiatiques ou tempérées (*Myrica gale* = *Gale palustris*, est répandu en France dans les lieux humides). Parmi de nombreux documents botaniques consultés, rarissimes sont ceux dans lesquels il est fait mention de *Myrica faya* DRYAND et de sa répartition. Un ouvrage ancien de G. VAN WIJK (1911) ("A Dictionary of Plant Names") localise étroitement l'espèce en question aux Canaries et aux Açores. Par ailleurs, E. JAHANDIEZ et R. MAIRE (1932, p. 163) notent de façon tout à fait occasionnelle (en note infrapaginale) que cette espèce se retrouve également au Portugal et à Madère, mais la remarque qui accompagne cette précision ne peut pas ne pas retenir l'attention. Les auteurs sus-cités contestent l'origine d'un spécimen de *Myrica faya*, figurant dans l'Herbier COSSON, comme recueilli au Maroc par SCHOUSBOE. Ils pensent que cette indication est douteuse et que la plante a probablement été récoltée dans la Péninsule ibérique. Le fait d'avoir reconnu *Myrica faya*, à l'état fossile, dans la microflore aïdienne de Mekitla au sein de laquelle il est indubitable que le pollen doit être considéré comme un individu allochtone d'origine atlasique, n'autorise-t-il pas à supposer que cette espèce ait pu persister à l'état relictuel et peut-être rarissime,

dans les montagnes d'Afrique du Nord où l'évidence nous est donnée de sa présence au début du Quaternaire ? Ce n'est qu'une suggestion que nous exprimons avec réserve, après avoir été frappée cependant par la coïncidence existant entre les remarques des précédents botanistes et la reconnaissance du pollen fossile. Rappelons qu'un pollen de *Myrica* sp. a été déterminé dans la microflore contenue dans l'échantillon de boue actuelle de la Saoura et qu'il y a été considéré comme remanié de sédiments anciens.

Enfin, la microflore représentant les espèces steppiques compte, même dans les échantillons les plus pauvres, une majorité de pollens de Graminées qu'accompagnent peu de pollens de Chénopodiacées halophiles, d'*Artemisia* et moins encore de Composées tubuliflores et d'*Ephedra*.

Les microflores issues des échantillons C 7 et C 8 qui correspondent à la croûte grésocalcaire coiffant la butte C et représentent les niveaux aïdiens d'altitude maximale que nous ayons atteints, ne permettant aucune remarque particulière les différenciant des sables sous-jacents.

II - ESSAI DE COMPREHENSION DE LA COMPOSITION DE LA MICROFLORE.

Cet ensemble d'analyses très pauvres a engagé un commentaire relativement long du fait que nous n'avons pas voulu opter pour une analyse globale de la microflore, en dépit de l'homogénéité de la sédimentation, seulement interrompue par un niveau grésifié marquant le sommet de la coupe D. Les échantillons qui ont fourni les résultats quantitativement valables se trouvent situés à la partie inférieure de la coupe générale. La très grande pauvreté des niveaux supérieurs peut s'expliquer du fait de l'abondance des concrétions gypseuses qui s'y trouvent et du poids insuffisant des échantillons traités. Les pollens de quelques espèces des plus intéressantes étant dispersés çà et là dans les analyses les plus pauvres (*Pinus* cf. *halepensis*, *Myrica faya* par exemple) et, devant l'impossibilité d'envisager quelque évolution que ce soit dans la composition des diverses microflores livrées par des échantillons jalonnant un faciès sédimentaire homogène, ce ne peuvent être que des réflexions globales, relatives à l'ensemble de ces microflores, que suggèrent les commentaires qui viennent d'être faits.

- les éléments d'origine tropicale (*Acacia raddiana* et *Acacia seyal* notamment, ainsi que le genre *Rhus*) sont significatifs, en raison de la représentation si régulière de ce dernier genre le plus "parlant", de conditions de semi-aridité supposant une pluviosité moyenne annuelle très voisine de 500 mm, sachant que nous avons, dans les analyses antérieures, évoqué l'éventualité de la croissance de l'espèce représentée du genre *Rhus* sous des conditions un peu moins humides (350-400 mm de pluies) à la faveur de milieux très privilégiés.

- le groupe des éléments d'origine mésogéenne à caractère tempéré, mésophiles, si l'on en excepte *Taxus*, ne rassemble que des espèces maintenant absentes d'Afrique du Nord. On ne peut ici encore envisager cet ensemble pollinique que comme un groupe allochtone dont l'origine ne peut être qu'atlasique. Un intérêt particulier doit être attaché à la présence d'une espèce indéterminée du genre *Aesculus* très probablement éteinte dans l'Ancien Monde puisqu'il n'y vit plus qu'*Aesculus hippocastanum*, à la présence également d'une espèce du genre *Tilia* qui se différencie de celles dont nous avons observé les pollens, enfin à la représentation de *Myrica faya*.

- parmi les éléments à caractère méditerranéen *s.s.*, *Pinus* type "*laricio*" et *Quercus* (n'appartenant pas au type "*ilex*") marquent des affinités biologiques probables avec les espèces mésophiles précédentes, tandis que *Pinus cf. halepensis*, *Callitris* ou *Cupressus sempervirens*, *Quercus* type "*ilex*" et les deux espèces du genre *Pistacia* forment une association à caractère xérophile, capable de coexister avec des espèces d'origine tropicale à caractère sahélien dans les conditions de semi-aridité évoquées.

- quant aux éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, la microflore les représentant est assez mal caractérisée. En dépit du faciès sédimentaire sableux et souvent fortement gypseux, il n'apparaît pas que la microflore psammophile à *Ephedra cf. alata* et moins encore celle, halophile, à Chénopodiacées, prenne une importance majeure. La dominance, dans les niveaux les moins pauvres, des pollens de Composées est à retenir sans que l'on puisse préciser leur signification.

A Mekitla comme à Mazzer, l'incompatibilité entre ces divers groupes d'éléments adaptés à des conditions écologiques si différentes est évidente. Si l'on se situe dans le contexte géologique et sédimentologique également précisé à Mekitla par J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, p. 59) et G. CONRAD (*loc. cit.*, p. 139), la sédimentation sableuse dans cette région est encore liée à un régime d'écoulements fluviatiles non canalisés, éolo-fluviatile pour J. CHAVAILLON qui suppose un double apport par le vent et par l'eau, des sables déposés dans des cuvettes lacustres. Les courbes granulométriques étalées marquées de plusieurs maxima, témoignent du mode de sédimentation de ce matériel sableux en grande partie ruisselé, mêlé de gypse en assez grande abondance, ce qui signifie des conditions d'évaporation certaines que ne manifeste pourtant pas la flore pollinique. Peut-être précisément, la concentration du salant fut trop élevée pour permettre le développement d'une végétation steppique, même édaphique. Ce que nous apprend ainsi la sédimentologie du contexte dans lequel ont été mises en place les épaisses formations sableuses au faciès homogène à Mekitla, conduit à considérer, comme à Mazzer, que les eaux ruisselées depuis les montagnes septentrionales de l'Atlas notamment, ont transporté la fraction de la microflore représentant les espèces les plus mésophiles, celles à caractère tempéré, mais ici, à une distance relativement considérable de ces hauts reliefs. Il est vraisemblable que l'on doive supposer que les lacs aïdiens, largement étendus au Sud des Monts d'Ougarta ont été partiellement alimentés par des eaux venues des régions septentrionales, après avoir franchi le barrage que constituaient les chaînes parallèles marquant la terminaison de ces derniers massifs, à la faveur de seuils existant dans les formations paléozoïques. L'une des voies de passage les plus probables est, semble-t-il, le Foum el Kheneg, mais également un meksem qui, sur les diverses cartes consultées ne porte pas de nom et se situe à une dizaine de kilomètres au Nord du précédent, à la latitude approximative de l'oasis de Ksabi. Sur l'ensemble des cartes géologiques, il apparaît que ce meksem assure un passage direct entre l'actuelle vallée de la Saoura et celle de l'oued el Souireg, qui

alimente la Sebkha el Mellah en période de fortes crues. D'après la carte de la Hamada du Guir (1/500.000) et celle dressée par G. CONRAD (1969, carte III, h.t.), il apparaît que des formations aïdiennes ("Plio-Villafranchien" pour G. CONRAD) dominent l'actuelle vallée de la Sacura à l'altitude 460 m., comme des lambeaux relictuels, plaqués sur les pentes exposées au Nord-Est des djebels primaires que franchit le meksem en question. Ce dernier est lui-même occupé par les dépôts aïdiens que l'on retrouve accrochés au versant opposé des massifs, face au Sud-Ouest cette fois et à la vallée de l'oued es Souireg. La carte de G. CONRAD est en cela très explicite. Ce meksem a été "géographiquement", dès le début du Quaternaire ancien, la première voie de communication fonctionnelle possible, bien que sûrement étroite, entre la future Basse-Sacura et la dépression de la Sebkha el Mellah. Les relations se sont probablement encore plus largement établies au niveau du Foug el Kheneg et sans doute également plus loin vers le Sud.

Si l'apport de pollens d'espèces tempérées présents dans la microflore est facilement explicable par la voie qui vient d'être envisagée, il semble que nous puissions adopter une opinion moins dubitative que celle exprimée à propos de l'Aïdien de Mazzer, quant à l'origine des pollens d'espèces xérophiles à caractère méditerranéen s.s. On se souvient qu'à Mazzer, la situation géographique des formations étudiées a conduit à une très grande réserve à ce propos : il a en effet été envisagé que ces pollens puissent être allochtones au même titre que ceux des espèces tempérées. A Mekitla, on se trouve sur la bordure méridionale des Monts d'Ougarta, donc très près d'une zone-refuge possible pour ces espèces xérophiles. D'autre part, il est tout à fait frappant que soit représenté par une quantité de pollens aussi notable parfois (en E 2 et D 1 principalement) et avec une telle constance le genre *Rhus*, selon l'espèce dont il a été présumé et dont les caractéristiques biologiques ont été précisées. Ces deux remarques engagent à nuancer la réserve exprimée lors du commentaire de l'analyse de l'Aïdien de Mazzer et suggèrent seulement, dans l'immédiat, que cette microflore représentant un groupe d'espèces à caractère méditerranéen s.s. qu'accompagneraient les pollens d'*Acacia* et de *Rhus*, puisse être envisagée

"*in situ*", du moins localisée, naturellement, sur les pentes des djebels dont la proximité est immédiate. Dans ce cas, apparaîtraient des indications plus précises, quant aux conditions climatiques sous lesquelles se serait développé l'épisode sédimentaire aïdien auquel correspondent les formations analysées. Tandis qu'à Mazzer rien ne nous permettait de nous exprimer, avec un minimum de risques d'erreur, en terme de "semi-aridité", il semble que cela soit devenu possible à la suite de l'analyse, même très décevante, de l'Aïdien de Mekitla. Toutefois nous nous limiterons ici à des présomptions, en l'attente de données qu'apporteront les analyses de formations aïdiennes sédimentées au Foum Marouga et dont les flores polliniques contemporaines furent sous la dépendance, cette fois, des conditions biologiques sûrement très particulières et favorables qu'offraient les vallées des Monts d'Ougarta.

D - FORMATIONS AIDIENNES DU FOUM MAROUGA

Nous avons précédemment situé, quelques kilomètres au Sud de Kerzaz, le Fom Marouga, à l'entrée d'un de ces "meksem" qui au Quaternaire, firent communiquer le couloir Lagardette et la vallée principale de la Saoura. Le substratum néogène y supporte à l'endroit étudié, 5 m environ de dépôts villafranchiens essentiellement aïdiens (J. CHAVAILLON, 1964, p. 55, G. CONRAD, 1969, p. 129). La coupe déterminée par l'ancienne piste "Béchar-Adrar" présente sur sa gauche la succession suivante, à partir du sommet qui domine de 60-65 m le cours actuel de l'Oued Saoura (figure 24) (pl. VI, figure 3).

- un conglomérat mazzérien (Villafranchien supérieur), épais d'un peu plus d'un mètre en cet endroit, ravinant la partie supérieure des formations aïdiennes sous-jacentes. Le prélèvement 8, effectué dans ce niveau, sera analysé au chapitre suivant dans le cadre de l'étude du Mazzérien.

- un niveau ravinant peu épais (quelques dizaines de cm.), formé de nodules grésocalcaires brun-rouge unis par un ciment fin, plus clair (prélèvement 7).

- 3 m d'un sédiment calcaréo-sableux fin, assez durci, jaunâtre, avec nodules grésocalcaires (prélèvements 5, 6). Ce dépôt vient à la suite d'un ravinement du conglomérat sous-jacent.

- 2 à 3 m d'un conglomérat à galets et blocs parfois très gros, cimentés par une gangue dure, dont l'aspect est celui de la torba. Le conglomérat est parcouru localement de lits de galets de plus petites dimensions (prélèvements 2, 3, 4)

- le substratum néogène épais de 1 m environ en cet endroit.

Nous donnons ici en réalité une coupe théorique, car les prélèvements ont dû être effectués en deux points : l'Aïdien conglomératique d'une part et l'Aïdiensablo-calcaire surmonté du niveau brun-rouge à nodules d'autre part, une quinzaine de mètres séparant latéralement les deux échan-

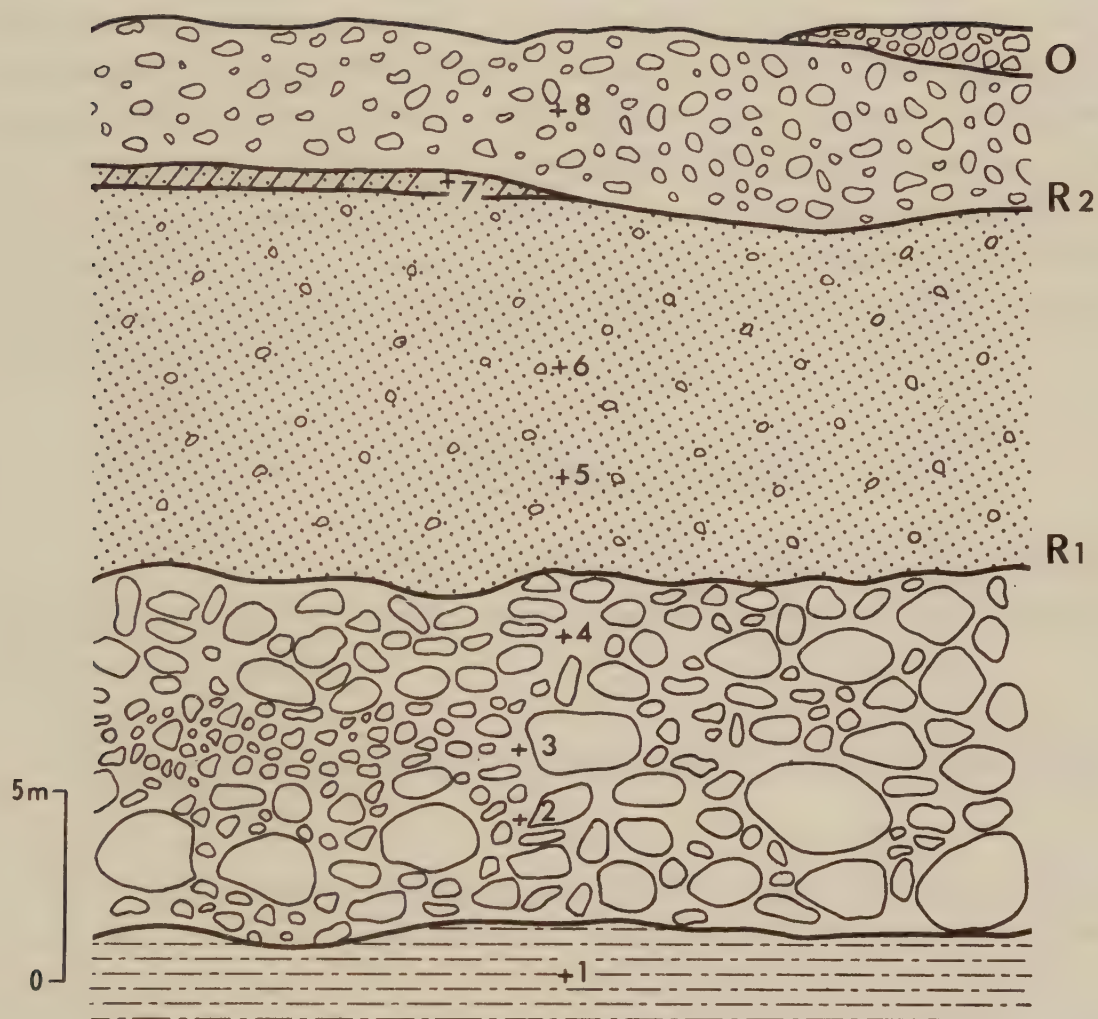


Fig. 24 - Coupe théorique montrant l'emplacement des prélèvements effectués dans les formations néogènes et quaternaires (Aïdien et Mazzérien) du Fouta Marouga.

1 : "torba" néogène - 2, 3, 4 : conglomérat aïdien inférieur -
 5, 6 : couche calcaréo-sableuse, durcie, avec nodules grésocalcaires -
 7 : niveau brun-rouge à nodules grésocalcaires -
 8 : conglomérat mazzérien - R_1 et R_2 : ravinements.

tillonnage, l'Aïdien supérieur n'ayant été accessible que là où le ravinement R 1 avait fortement entamé l'Aïdien conglomératique.

Six échantillons ont été traités selon des quantités variant de 150 à 250 gr. (prélèvements 2 à 7). Deux d'entre eux, 3 et 7, ont livré des pollens en nombre valable, le troisième (5) très pauvre ne donnant que peu de renseignements sur la microflore dans le sédiment correspondant. (tab. XI; pl. XV, figures 7 à 22). La nature du faciès sédimentaire reconnu en chacun des niveaux ici étudiés, exclut toute possibilité d'opter pour un examen global de l'un quelconque des groupes d'éléments composant la microflore, comme cela a été fait dans les analyses relatives à Mazzer et à Mekitla.

LE CONGLOMERAT INFÉRIEUR

La composition de la microflore dans l'échantillon du ciment de ce conglomérat, puis un essai de compréhension de cette dernière seront successivement envisagés.

I - MICROFLORE POLLINIQUE DÉTERMINÉE DANS LE CIMENT DU CONGLOMERAT INFÉRIEUR.

Avant d'aborder les quelques réflexions que suggère la composition de cette microflore, rappelons que c'est elle qui a donné lieu à l'analyse critique préliminaire à la partie stratigraphique de cette étude (cf. chapitre X) et qui a permis de mettre en évidence, à partir d'un cas particulier, le problème plus général de la juxtaposition, au sein de la majorité des microflores analysées, de groupes d'éléments d'origines diverses présentant des caractéristiques biologiques souvent très éloignées. Un essai de compréhension de faits, *a priori* aberrants, fut alors proposé, tandis qu'il a été précisé qu'aucune interprétation ne pouvait être tentée hors du contexte géologique et stratigraphique dans lequel se situent les formations étudiées. C'est cette orientation qui a déjà guidé les précédents

commentaires relatifs aux microflores néogènes et aïdiennes jusqu'ici envisagées.

Quant à la flore pollinique maintenant en question, nous serons donc amenée à rappeler brièvement sa composition déjà partiellement exposée et discutée, en la situant cette fois dans le cadre général de la sédimentation aïdienne au Foum Marouga. C'est, parmi les prélèvements effectués dans la gangue du conglomérat, le seul échantillon 3 qui a livré des pollens (448), se répartissant de la façon suivante entre les divers groupes d'éléments :

1 - Le groupe des éléments d'origine tropicale rassemble : *Acacia*, cf. *Combretum*, *Hymenocardia*, selon un pourcentage légèrement supérieur à 2.

- une polyade d'*Acacia raddiana* a été identifiée avec certitude (pl. XV, figures 16-17) tandis que les autres pollens du même genre, spécifiquement indéterminables en raison de leur mauvais état de fossilisation, appartiennent cependant au groupe des "gommières". Nous avons vu antérieurement qu'il n'était pas impossible que ceux-ci représentent également *Acacia raddiana* ou même *Acacia gummiifera* actuellement localisé au Maroc, excluant sûrement l'éventualité de la présence d'*Acacia seyal* au seul regard de la structure de l'exine des polyades.

- la représentation du genre *Combretum*, dont la détermination du pollen est quasi-certaine malgré la réserve exprimée, a été précédemment longuement discutée, en fonction de la répartition actuelle des diverses espèces de ce genre, dont nous avons vu que certaines sont localisées à une latitude déjà très septentrionale, au Sud de la Mauritanie et qu'il n'est pas exclu que l'une de celles-ci puisse être associée au genre *Acacia* en un petit groupe à caractère sahélien. Nous avons souligné par ailleurs, que d'autres espèces plus soudanaises s'allieraient plutôt à *Hymenocardia* dont la présence, longuement envisagée aussi, pose le problème de nécessités hydriques déjà accentuées. Rappelons qu'un pollen de *Combretum* cf. *micranthum* ($P = 15 \mu$), espèce tout à fait nord-sahélienne, a été reconnu comme un individu remanié à partir de sédiments anciens, présent dans l'échantillon de

Eléments d'origine tropicale :

Acacia (dont *A. raàdiana* déterminé)
 Combrétacée : cf. *Combretum*
 Euphorbiacée: cf. *Phyllanthus*
Hymenocardia (Euphorbiacée)
Argania (Sapotacée)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère tempéré :

forme bétuloïde (*Betula* ?)

- à caractère méditerranéen s.s. :

Cedrus (esp. indéterminable)
Pinus type "*laricio*"
Pinus cf. *halensis*
Quercus type "*ilex*"
Olea cf. *europaea*
Pistacia cf. *atlantica*
Erica arborea

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ziziphus Lotus (Rhamnaceae)
Ephedra cf. *alata*
 Chénopodiacées type "*Atriplex*"
 autres Chénopodiacées (*Cornulaca* p.p.)
 Composées tubuliflores
 Composées liguliflores
Artemisia (Composées)
Artemisia (pollens à mésocolpium concaves)
Centaurea (Composées)
 Graminées
Paronychia arabica (Caryophyllacée)
 autres Caryophyllacées (pollens périrporés)
 Ombellifères (plusieurs espèces)
 Crucifères
Plantago
Cyperus conglomeratus
Moltkia ciliata
Calligonum cf. *comosum*
Rumex (Polygonacée)

Espèces à caractère hygrophile :

Tamarix
Typha angustifolia
 spore de Ptéridophyte

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale
 % des éléments à caractère tempéré
 % des éléments à caractère méditerranéen s.s.

3	5	7
8		
1		
		1
1		4
		1
1		
3		4
1		
7		2
5		
1		
1		
4		
133	20	11
105	2	64
15	1	20
23		12
4		
10	1	7
33	5	16
1		
38		134
5		8
2		1
3		7
1		2
4		
3		1
1		
1		1
		1
		1
32	1	20
448	30	320
2,2%	-	1,5%
0	-	0,3%
4,2%	-	1,5%

Tableau XI. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations aidiennes au Fouta Marouga.

poussière atmosphérique actuelle piégée à Béni-Abbès. Ceci soutient naturellement l'hypothèse que les espèces représentées dans les microflores fossiles, telle celle déterminée à Marouga, seraient également sahéliennes. Il ne peut être question de *C. micranthum*, dont le grand axe P du pollen mesure 15 μ , mais peut-être de *C. glutinosum* ou *C. aculeatum* dont les pollens sont de taille voisine de celle du fossile (P = 20 μ chez ce dernier).

Ce petit groupe d'éléments d'origine tropicale revêt un certain caractère incohérent qui a déjà été souligné à l'occasion, notamment, de l'analyse de l'échantillon de "torba" néogène de l'oued Trick.

2 - Le groupe des éléments à caractère tempéré, si diversifié à Mazzer et à Mekitla ne compte ici aucun représentant.

3 - Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. (4,2%) a fait l'objet d'une discussion suffisamment détaillée pour qu'il suffise de rappeler que la microflore réunit les pollens d'espèces xérophiles capables de s'adapter à des conditions climatiques de semi-aridité (300-400 mm d'eau évoquées comme limite inférieure de la pluviosité, au cours de l'analyse critique). Ce sont : *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Pistacia cf. atlantica* (pl. XV, figures 12-13), *Erica arborea* dont se séparent sans doute *Cedrus* et, certainement, *Pinus* type "*laricio*".

4 - Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen méditerranéen est caractérisé par la prédominance d'*Ephedra cf. alata* (29,6%) et de Chénopodiacées halophiles (23,3%), laissant supposer l'important développement d'une végétation essentiellement édaphique à laquelle participent *Calligonum cf. comosum*, *Cyperus conglomeratus*, *Moltkia ciliata*, psammophiles. Des Graminées (8%) et des Composées tubuliflores (5%) on ne sait que dire. Cependant *Artemisia* (9%), *Ziziphus lotus*, *Centaurea*, les Ombellifères au moins, donnent à cette microflore sa nuance plus méditerranéenne et nous avons évoqué les affinités de ces dernières, du point de vue de leurs caractères écologiques, avec le groupe des espèces méditerranéennes s.s. xérophiles.

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

La composition de la microflore à l'instant rappelée, est ainsi caractérisée par la juxtaposition :

- d'une faible proportion d'éléments d'origine tropicale, à caractères sahéliens capables de coexister, sous des conditions climatiques semi-arides (pluviosité moyenne annuelle de 400 mm ou légèrement inférieure), avec des espèces méditerranéennes s.s. xérophiles, auprès desquelles, au vu de leur répartition dans la nature actuelle, *Artemisia*, *Ziziphus lotus*, des Ombellifères non-sahariennes peuvent trouver place.

- d'une proportion dominante d'espèces liées à des milieux sableux (*Ephedra* cf. *alata* et son cortège de "psammophiles") ou salé (Chénopodiacées halophiles).

- d'un tout petit nombre de pollens allochtones apportés par les courants atmosphériques probablement (*Cedrus*, *Pinus* type "*laricio*") et d'un pollen d'*Hymenocardia*, dont on ne peut penser qu'il soit *in situ*, que dans la mesure où un biotope très particulier aurait permis la survie de l'espèce.

Comment alors envisager la coexistence de ces espèces, si différemment adaptées dans la nature actuelle, dans le cadre du Fouta Marouga ? Elle y paraît *a priori* moins facilement explicable que dans les formations néogènes, où sa compréhension était facilitée par le contexte paléogéographique.

Le conglomérat dont a été extrait l'échantillon révélant cette microflore correspond très probablement au début de la sédimentation aïdienne, au voisinage de ce "meksem" qui faisait alors communiquer le couloir Lagardette avec la future vallée de la Saoura. Son édification se situe donc au terme d'une importante période d'érosion post-pliocène et déjà villafranchienne, qui ne peut être due qu'à d'intenses phénomènes d'écoulements, probablement suffisamment puissants pour entraîner, en direction de la Saoura, le matériel détritique arraché aux vallées antérieurement comblées par la sédimentation néogène. Or, ces phénomènes d'écoulement ne pouvaient qu'être

la conséquence de pluies abondantes, sur la région des Monts d'Ougarta du moins. La composition pétrographique du conglomérat hétérogène, formé de très gros blocs mais aussi parcouru de lits de plus petits galets, suppose au moment de sa mise en place une diminution de la puissance des écoulements, donc une régression de la pluviosité. Ce niveau témoigne d'une évolution vers des conditions climatiques plus précaires, n'excluant cependant pas des écoulements encore violents capables de charrier, sur de faibles distances sans doute, les blocs constituant l'actuel conglomérat que G. CONRAD qualifie de "torrentiel" (*loc. cit.*, p. 129). Si des conditions d'humidité certaine sont attestées par ce contexte sédimentologique et pétrographique, rien alors ne s'oppose, semble-t-il, à ce que sous ce climat semi-aride vraisemblablement aient survécu des espèces à la fois sahéliennes et méditerranéennes, les premières bénéficiant à la faveur d'un habitat privilégié, abritées au coeur des djebels, de températures suffisamment favorables. Il est permis de penser que, quant aux méditerranéennes du moins, elles sont relictuelles d'une végétation à caractère arboré, plus développée au moment des grands écoulements liés aux périodes de forte pluviosité. Les vallées des Monts d'Ougarta ont dû constituer un important massif-refuge. Quant aux espèces sahéliennes trouvaient-elles alors des conditions thermiques favorables ?

La dominance d'espèces liées au milieu, espèces psammophiles ou halophiles, dans la mesure même où nous avons suggéré l'hypothèse qu'elles aient pu vivre dans des conditions différentes de celles actuelles, suppose que ces meksems, alors parcourus par des oueds fonctionnels, demeuraient pour elles un habitat possible. On n'échappe pas, bien sûr, à la pensée que tant de pollens d'*Ephedra* notamment, puissent être issus du remaniement des formations néogènes dans lesquelles a été notée l'importance de leur développement en milieu sableux. Mais, d'une part cela serait valable également pour l'ensemble des espèces représentées dans la microflore et, le doute serait alors jeté sur la réalité de la contemporanéité de la sédimentation pollinique et de celle du sédiment, ainsi que sur la signification des méthodes palynologiques en soi. D'autre part on se souvient qu'au Fourn

Marouga précisément, la "torba" néogène était pauvre en pollens d'espèces à caractère édaphique et que nous avons évoqué son isolement des étendues lacustres et des bras dunaires où se développaient les espèces psammophiles. Quant aux pollens de Chénopodiacees halophiles, leur pourcentage dans la présente analyse dépasse de loin celui selon lequel ils étaient représentés au Néogène en général (8-10% au maximum). On ne peut donc envisager qu'ils soient issus en bien grande quantité des formations de cet âge.

S'il n'est pas possible d'exclure qu'une fraction de la microflore aïdienne présente dans le conglomérat, puisse provenir effectivement de remaniements (l'étude de la boue actuelle de la Saoura suffit à le prouver), nous pensons cependant raisonnable d'admettre que la flore pollinique reflète, en la déformant peut-être un peu, l'image de la végétation contemporaine de l'édification du conglomérat. Il est possible que cette phase de transition, marquée par des conditions de semi-aridité, entre un épisode pluvial humide et un épisode aride peut-être semblable à l'actuel, ait été caractérisée par des écoulements temporaires, voire même violents, apparaissant comme des séquelles du Pluvial antérieur, sporadiquement interrompu par des périodes sèches, prémices de l'aridité vers laquelle évoluait le climat. Ces blocs, au sein du conglomérat, ne peuvent-ils être des témoins de phénomènes de thermoclastisme consécutifs à ces assèchements périodiques, entraînés ensuite lors des pluies violentes non moins épisodiques ? J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, p. 57) parle à leur propos de "blocs anguleux arrachés aux djebels". Si, dans les conditions désertiques actuelles, *Ephedra cf. alata* compte au nombre des espèces composant les associations des lits d'oueds sablonneux (l'espèce est signalée dans plusieurs des relevés effectués dans des vallées sableuses des Monts d'Ougarta, Ph. GUINET, 1958, p. 30), il paraît tout à fait possible qu'au cours des périodes d'assèchement qui viennent d'être évoquées, dans un contexte général restant climatiquement semi-aride, des zones sablonneuses ou des épandages locaux plus ou moins superficiels, au fond des oueds ou en leurs bordures, aient permis l'abondant développement de l'espèce en question. Quant aux Chénopodiacees halophiles, il semble évident que leur importance, non moins notable, résulte de phénomènes d'évaporation liés aux phases d'as-

sèchement temporaires, libérant des zones suffisamment riches en salant. En cela finalement leur habitat devait être assez peu différent de ce qu'il est dans le lit majeur de l'actuelle Saoura, soumis à de fortes crues temporaires séparées de longues périodes de sécheresse.

Cette analyse, envisagée du seul point de vue de la composition du groupe des éléments désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, située en un point géographiquement quasi-totalement isolé des apports étrangers septentrionaux, venus par les eaux du moins, semble confirmer plus solidement l'hypothèse qui jusqu'à présent a servi de base aux interprétations des analyses antérieures, à savoir la réelle capacité d'adaptation des espèces à caractère édaphique notamment, actuellement strictement sahariennes, à des conditions de milieu marquées par une humidité très nettement supérieure à celle présente et rejoignant la semi-aridité.

LA COUCHE CALCAREO-SABLEUSE SURMONTANT LE CONGLOMERAT.

L'analyse du prélèvement 5, le seul qui ait fourni quelque résultat, n'a ici qu'une valeur indicative. Trop peu de pollens ont été comptés en un grand nombre de lames toutefois. Le petit nombre des 30 pollens déterminés est marqué surtout par la présence d'*Ephedra* (20 pollens) qu'accompagnent quelques pollens du type "*Atriplex*" et du genre *Artemisia*. Cette formation pour J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, p. 57) traduit "des conditions de sédimentation assez arides", ce que la microflore n'infirmes pas, tout en en restant un témoignage quantitativement peu valable.

LE NIVEAU BRUN-ROUGE A NODULES.

De la même manière que pour le conglomérat, seront envisagés successivement la composition de la microflore et un essai d'interprétation de celle-ci.

I - MICROFLORE POLLINIQUE DETERMINEE DANS LA FRACTION FINE DU SEDIMENT
BRUN-ROUGE.

Dans l'échantillon 7 de ce niveau 320 pollens ont été comptés.

1 - Le groupe des éléments d'origine tropicale (1,5%) est pauvre spécifiquement.

- le genre *Argania* est représenté par 4 pollens dont un seul bien conservé a permis d'observer 5 colporus. Il a été largement question de ce genre à propos de l'analyse de "torba" néogène au Djebel Jabroun et nous nous limiterons à en rappeler l'écologie méditerranéenne au sein d'un domaine floristique macaronésien, bien qu'*Argania* soit de souche tropicale (pl. XV, figures 7-9).

- l'unique pollen d'Euphorbiacée est isopolaire, longiaxe ($P = 30 \mu$), tricolporé et présente des apertures caractéristiques, avec repli d'endexine bordant l'ecto- et l'endoaperture. L'exine, bien qu'altérée, montre une structure comparable à celle des pollens de *Phyllanthus*, genre auquel, avec la réserve indiquée, nous pensons que le pollen peut être rapporté. Tout essai de détermination spécifique précise a été vain. Il n'est pas prouvé qu'il soit question de *Phyllanthus maderaspatensis*, espèce la plus sèche qui compte actuellement de rares représentants sur le versant sud-occidental du Tibesti, où il est considéré par P. QUEZEL (1962) comme une plante saxicole de moyenne altitude, irradiation septentrionale de la végétation des grès de l'Ennedi. Il y serait alors localisé à une latitude bien moins basse que le laissaient supposer J. TROCHAIN (1940), J. HUTCHINSON et J.M. DALZIEL (1958), ces derniers auteurs situant cette espèce en zone sahélo-soudanaise.

2 - Un pollen qualifié de "forme bétuloïde" n'a pu être plus catégoriquement identifié au pollen du genre *Betula*, bien qu'il en soit très proche, si ce n'est qu'il est relativement petit ($E = 18-19 \mu$). Il s'agit de toutes façons d'un pollen représentant, dans la microflore, une espèce à caractère tempéré dont il semble raisonnable de supposer l'origine lointaine.

On peut évoquer une contamination par des courants atmosphériques, à moins qu'il s'agisse d'un individu remanié issu du Néogène, traduisant un apport atlasique datant de cette époque.

3 - le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. est également très appauvri (1,5%). *Quercus* type "*ilex*" subsiste, seul représentant d'une flore supposée *in situ*. *Pinus* type "*laricio*" est évidemment allochtone.

4 - le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est caractérisé dans ce niveau, par la quasi-disparition des pollens d'*Ephedra*, la persistance en assez grande quantité de pollens de Chénopodiacees halophiles (20%), mais surtout par la surabondance de la microflore graminéenne (40%), tandis que plusieurs espèces d'Ombellifères et *Artemisia* sont présentes selon des proportions peu différentes de celles observées dans le conglomérat. *Tamarix* et *Typha angustifolia* sont liées à une humidité certaine, locale du moins.

II - DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ANALYSE.

Les traits dominants de la composition de la microflore dans ce niveau semblent pouvoir être ainsi résumés :

1 - la diminution notable, du point de vue quantitatif et qualitatif, de l'ensemble des pollens habituellement réunis en un groupe supposant des conditions de semi-aridité antérieurement définies, est manifeste. Il est malaisé de préciser la signification de l'association comptant *Phyllanthus* (cf.) (espèce peut-être très sèche), *Argania* (espèce écologiquement méditerranéenne) et *Quercus* cf. *ilex*. La représentation d'*Argania* peut ici correspondre à des conditions de sécheresse accentuées, comme cela a été évoqué à propos de sa répartition actuelle et donc, se séparer de *Quercus* cf. *ilex*. Nous avons admis par ailleurs, le caractère allochtone d'une petite fraction de la microflore. En fait, en cet épisode proche au moins du terme de la sédimentation aïdienne, nous sommes gênée pour appuyer l'idée de conditions semi-arides sur la seule présence de 2 pollens de *Quercus* type

"*ilex*". En effet, il n'apparaît pas du tout certain qu'*Argania* n'y soit pas adapté à une plus grande sécheresse, à laquelle également peut-être, quelque spécimen tout à fait relictuel de *Quercus* type "*ilex*" aurait survécu, dans des conditions biologiques anormales. Ce groupe d'éléments n'est pas suffisamment différencié et la signification écologique de deux d'entre eux au moins (cf. *Phyllanthus* et *Argania*) reste trop imprécise, dans le contexte d'une association spécifiquement restreinte, pour que nous puissions fonder l'hypothèse de conditions semi-arides, marquées d'une pluviosité analogue à celle supposée lors de l'édification du conglomérat. Au regard de ce seul groupement, nous serions tentée de penser à un contexte bien davantage sub-aride-aride que semi-aride. Naturellement une certaine réserve s'impose car on garde également présente à l'esprit la pensée que peut-être, un échantillon tout à fait voisin de celui qui vient d'être analysé, aurait livré une microflore plus riche en pollens d'espèces tropicales ou méditerranéennes.

2 - la composition même de la microflore rassemblant les pollens d'éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est délicate à interpréter. Le sédiment très fin dont a été extrait l'échantillon analysé ne révèle pas un milieu *a priori* favorable au développement d'une végétation psammophile. Par contre, le caractère évaporitique du faciès sédimentaire est indubitable, manifesté par la présence des Chénopodiacées halophiles. Si l'importance de la flore pollinique graminéenne est frappante, sa signification reste, comme cela a déjà été indiqué, pour l'instant très imprécise. Nous sommes, au terme de cette analyse, en présence de faits d'ordre botanique difficiles à confronter avec les données de la géologie. L'analyse sédimentologique du ciment fin de ce niveau brun-rouge à nodules, a été effectuée par G. CONRAD (*loc. cit.*, p. 130) à partir de la même formation reconnue au Foum Zeïdiya, situé non loin de Marouga, dans le couloir Lagardette. Cette analyse montre la coexistence de carbonates, d'argiles, de gypse et d'oxydes de fer. La concentration des nodules serait due à leur accumulation par ruissellement diffus sur de faibles pentes. Selon G. CONRAD, le milieu correspondant serait évaporitique, ce qu'atteste bien la présence, dans la microflore, de pollens d'espèces halophiles. Cet auteur n'interprète

pas climatiquement la présence des oxydes de fer, colorant en rouge l'ensemble de la couche et qui suggérerait naturellement que des conditions climatiques chaudes et humides aient présidé à la libération des oxydes, à une époque postérieure à ce dépôt. Dans l'impossibilité où nous nous trouvons de définir le faciès de ce dernier au moment de sa formation, peut-on, éventuellement, envisager l'hypothèse de points d'eau relictuels, de sortes de "gueltas" persistant sous des conditions sub-arides-arides évoquées un peu plus haut ? Au bord de ces "gueltas", la strate graminéenne dont témoigne la flore pollinique, aurait alors été composée, partiellement du moins, d'espèces hygrophiles accompagnées de plantes à caractère méditerranéen certain, persistant à la faveur de cette humidité locale : les Umbellifères notamment. La présence de *Tamarix*, de *Typha angustifolia* appuierait cette idée qui, cependant, ne traduit qu'une vision hypothétique des conditions qui ont pu présider à cet épisode sédimentaire proche du terme de la sédimentation aïdienne.

CONCLUSIONS

Nous avons prévu, sur le terrain, un échantillonnage suffisant pour tenter de suivre l'évolution de la végétation, parallèlement aux éventuelles fluctuations climatiques au cours de la sédimentation aïdienne. Seules les trois analyses précédentes ont été favorables et, quoique inégalement explicites, elles nous renseignent sur les épisodes principaux déterminés par la stratigraphie et la sédimentologie. La comparaison des données de l'analyse peut alors être résumée brièvement.

La très grande pauvreté en pollens, exprimée par les analyses des échantillons issus de la couche calcaréo-sableuse intermédiaire entre le conglomérat inférieur et le niveau brun-rouge à nodules, contraste avec la richesse relative des renseignements floristiques recueillis grâce aux échantillons de ces deux dernières formations. Ainsi, pour comprendre les résultats de cette étude, sommes-nous conduite à nous appuyer essentiellement sur une comparaison des flores polliniques reconnues à la base

(conglomérat) et au sommet (niveau brun-rouge) de la sédimentation aïdienne, sans pour autant négliger l'épisode sédimentaire qui les sépare dans le temps et pour lequel la pauvreté des données recueillies n'est peut-être pas, en soi, dépourvue de toute signification.

Le conglomérat inférieur, très chargé en galets et en très gros blocs, semble correspondre à un régime d'écoulements violents, sans doute intermittents, sous un climat chaud (présence d'essences d'origine tropicale), semi-aride avec persistance de conditions édaphiques locales et temporaires propres à la croissance des Chénopodiacees halophiles et d'*Ephedra* tandis que se développent, sur les pentes sèches des djebels ou en bordure des ravins, des essences arborescentes ou arbustives typiquement méditerranéennes ou à caractère plus sahélien. Selon J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, p. 55), le niveau calcaréo-sableux sus-jacent au conglomérat correspond à un climat assez aride. Nous n'avons malheureusement que peu de renseignements sur la microflore correspondant à cet épisode sédimentaire intermédiaire. Les phénomènes de ruissellement perdant de leur importance, les zones d'humidité étaient limitées sans doute, dans cette région proche des Monts d'Ougarta, à des sortes de "gueltas". D'après J. CHAVAILLON, l'aridité s'accroissait au fur et à mesure du dépôt. Parallèlement, nous rappellerons les très pauvres résultats des analyses relatives à cet épisode, un seul échantillon livrant une trentaine de pollens d'une flore essentiellement constituée d'*Ephedra*, ce qui n'étonne nullement eu égard au faciès sédimentaire en question. Quant au niveau brun-rouge supérieur, marqué d'une évolution pédologique ultérieure à son dépôt, il apparaît alors qu'il n'est pas aisé de confronter les résultats des analyses sédimentologiques et les données de l'étude palynologique. Le caractère évaporitique du milieu, manifesté par la présence de Chénopodiacees halophiles, est incontestable et il est également évident que la nature pétrographique du faciès originel n'a pu être propice à l'extension d'une flore psammophile que, par ailleurs, la microflore spécifiquement déterminée révèle de relativement faible importance. *A priori*, la signification de la strate graminéenne, par contre très développée, reste imprécise. La représentation du groupe des éléments d'origine

tropicale et de celui des éléments à caractère méditerranéen s.s. suggérant plutôt l'existence de conditions sub-arides-arides, ceci invite à proposer, quoique prudemment, l'hypothèse de la croissance d'une flore graminéenne à caractère hygrophile dominant. Une certaine humidité est attestée, il est vrai, par la présence de *Typha angustifolia* et *Tamarix* s'allie normalement avec une steppe halophile de fond d'oued temporairement inondé. Peut-être ne doit-on envisager, à l'époque correspondant au dépôt du niveau originel, qu'une humidité, encore plus localisée que précédemment, à des "gueltas" résultant d'un régime pluviométrique faible. Il est évident que si l'intensité des conditions d'humidité reste difficile à préciser au terme de l'Aïdien au Foug Marouga, une évolution très nette d'un climat semi-aride, présentant vraisemblablement de légères oscillations tout au cours de l'édification du conglomérat, vers un régime de plus en plus proche de l'aridité, marque indubitablement l'ensemble de la sédimentation aïdienne.

E - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS AIDIENNES.

La composition de la flore pollinique sédimentée au fur et à mesure de la mise en place des formations aïdiennes vient d'être étudiée dans des échantillons prélevés à proximité de l'oasis de Mazzer en Haute Saoura, dans le piedmont méridional des Monts d'Ougarta à Mekitla et, au coeur même des premières chaînes sud-orientales de ce dernier massif, au Foug Marouga. Les coupes choisies pour cette étude palynologique, plus ou moins distantes géographiquement les unes des autres, témoignent des deux types de faciès caractérisant les formations aïdiennes et définis dans l'introduction à cet ensemble d'analyses : formations en nappes résultant de ruissellements généralisés évoluant vers un mode de sédimentation à caractère fluvio-lacustre-lacustre et dépôts conglomératiques, marquant principalement le début de la sédimentation aïdienne, dans les djebels d'Ougarta notamment.

L'examen des microflores déterminées s'est montré le plus souvent très déconcertant, en raison de la pauvreté en pollens du plus grand nombre des échantillons étudiés. Cependant, il apparaît finalement, en achevant

cette étude, que les problèmes, *a priori* fort complexes, posés par la composition des microflores dès l'étude de la coupe de Mazzer, ont déjà perdu de leur acuité à la lumière des analyses des formations de Mekitla. Une possibilité de compréhension s'est précisée enfin à travers les données de l'analyse du conglomérat de Marouga principalement.

Quant à la composition ~~même~~ de la microflore sédimentée simultanément aux dépôts aïdiens, elle ne peut être comprise que dans le contexte sédimentologique dont résultent ces derniers. Les grands ruissellements d'origine essentiellement atlasique, qui ont fait suite à une période pluvieuse post-pliocène-aïdienne sûrement intense, ont entraîné vers le Sud, sur d'immenses surfaces déterminées par l'érosion, mêlé à un matériel détritique plus ou moins grossier, tout un ensemble allochtone de pollens, témoignant de la présence, sur les pentes de l'Atlas à cette époque, d'essences forestières à caractère tempéré ou de "méditerranéennes" très mésophiles. La grande majorité d'entre elles ont maintenant disparu de ces reliefs ou même, pour un petit nombre, des régions eurasiatiques. Le caractère fluviatile des sédiments est incontestable au regard des données sédimentologiques et justifie que cette microflore ait été transportée sur de longues distances, au point de se retrouver dans les sables aïdiens de Mekitla. Les eaux de ruissellement ont pu atteindre cette région à la faveur de "meksems", déjà très méridionaux, franchissant l'obstacle que formaient les chaînes les plus sud-orientales du Massif d'Ougarta.

Ce n'est qu'à la suite de l'étude de la microflore présente dans le conglomérat du Foum Marouga qu'il est devenu possible de situer, dans les Monts d'Ougarta, sur les pentes sèches des djebels et dans les ravins humides, les espèces méditerranéennes *s.s.* les plus xérophiles ou rupicoles et les rares arbres ou arbustes sahéliens, dont les pollens comptent parmi les flores polliniques analysées à Mekitla et à Mazzer. la situation géographique de la coupe étudiée à Mazzer, éloignée d'une cinquantaine de kilomètres au moins des reliefs les plus proches, en dépit du caractère fluviatile puis fluvio-lacustre de la sédimentation naturellement dépendante des régions septentrionales, ne permettait aucunement de présumer du caractère autochtone

ou allochtone de cette fraction de la microflore, dont on pouvait penser qu'elle était issue de l'Atlas, tout comme les pollens d'espèces tempérées.

Les analyses de Mekitla, quant à ces espèces méditerranéennes *s.s.*, permettaient déjà, de par la situation des formations étudiées au voisinage assez immédiat des Monts d'Ougarta, d'envisager leur présence comme possible sur ces reliefs. Cette éventualité s'est trouvée confirmée dans le contexte de la sédimentation au Fom Marouga qui, par ailleurs, sans doute quasi-totalement isolé des apports lointains, ne manifeste plus, dans la microflore, la présence et la variété si frappantes des pollens d'espèces étrangères à cette région.

Le Massif d'Ougarta, ainsi que les quelques reliefs situés à moins de 100 km au Nord de Mazzer (Djebel Arlal notamment), ont donc abrité ces espèces sûrement relictuelles de l'épisode pluvial antérieur, grâce à des conditions semi-arides au moins locales, favorables à leur développement. On en retrouve les pollens qui, dispersés dans l'atmosphère à quelque distance, se sont sédimentés dans les formations analysées. Les régions plates, parcourues par les eaux de ruissellement, ou les dépressions occupées par des formations lacustres ont été probablement le lieu de variations fréquentes de la physionomie du paysage végétal. Les zones émergées, locales et temporaires vraisemblablement, au gré de l'évolution du régime des écoulements diffus, devaient servir de refuge à une végétation steppique, à caractère édaphique plus ou moins accentué suivant la nature pétrographique du milieu, comptant également des espèces plus nettement méditerranéennes. Ces régions bénéficiaient-elles de conditions climatiques un peu moins favorables que celles auxquelles étaient soumises les djebels avoisinants, conditions davantage sub-arides que semi-arides ? Ce n'est qu'une hypothèse.

Quant à une éventuelle évolution des conditions climatiques au cours de la sédimentation aïdienne, seules les microflores du Fom Marouga permettent de penser que le climat semi-aride qui a présidé à l'édification du conglomérat de base s'est progressivement dégradé en un contexte difficilement définissable au niveau du sédiment brun-rouge marquant un épisode voisin du terme de l'Aïdien, contexte déjà sub-aride et même peut-être très proche d'une aridité comparable à celle actuelle. Aucune évolution compa-

nable n'est apparue ni à Mazzer, en raison de la trop grande pauvreté du "rhassoul", ni à Mekitla où l'homogénéité de la microflore reflète celle du faciès sédimentaire. En l'une et l'autre coupes d'ailleurs le niveau marquant le terme de la sédimentation fait défaut, ainsi que nous l'avons souligné.

FORMATIONS SEDIMENTEES AU MAZZERIEN

(VILLAFRANCHIEN SUPERIEUR)

A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE MAZZERIEN.

I - EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET FACIES SEDIMENTAIRES.

Dans un cadre géographique moins étendu qu'à l'Aïdien, l'érosion qui marque le début du Mazzérien est nettement plus accusée qu'elle ne le fut lors du cycle sédimentaire précédent. Les surfaces d'érosion nouvellement mises à jour se situent une vingtaine de mètres au-dessous du sommet des formations sédimentaire aïdiennes. Les phénomènes de creusement, qui atteignent principalement les dépôts aïdiens peu consolidés, entament également les terrains plus anciens, néogènes, voire même primaires. Ainsi se trouve déterminée la création de thalwegs et de futurs bassins de sédimentation occupant les régions d'Abadla, du piedmont d'Ougarta ainsi que la Vallée de la Saoura et de l'oued Messaoud actuels. Cependant, l'érosion mazzérienne a ceci de caractéristique qu'elle inscrit définitivement le réseau fluviatile, déjà préfiguré à l'Aïdien, du grand oued Guir-Saoura-Messaoud. Du Nord au Sud, ce dernier réunit entre eux les précédents bassins et établit une sorte de liaison entre l'Atlas saharien et le Tanezrouft, région actuellement la plus aride au coeur du désert.

Les caractéristiques des formations sédimentées au cours du Mazzérien ne peuvent être traduites par une seule coupe-type. L'étude stratigraphique et sédimentologique (J. CHAVAILLON, 1964, G. CONRAD, 1969) de même que nos propres observations conduisent à reconnaître trois grands types de formations sédimentaires en fonction même des conditions locales de leur dépôt, nous rapprochant ici essentiellement des points de vue de J. CHAVAILLON :

1) des sédiments fluviatiles (1), liés à l'existence du grand oued nouvellement creusé. Notre étude se limitera à la région de la Saoura. Les alluvions sont essentiellement de nature conglomératique, à base d'éléments grossiers, de galets roulés d'origine plus ou moins lointaine (poudingues). L'intercalation de dépôts sableux ou calcaréo-sableux, la présence également de phénomènes de ravinements témoignant de modifications dans le régime de l'oued, en relation avec des variations climatiques contemporaines de la sédimentation.

2) des formations fluvio-lacustres essentiellement calcaréo-sableuses ou calcaires. Elles rappellent un peu les écoulements diffus caractérisant l'Aïdien et correspondant à l'existence de lacs ou de ruisselements occupant principalement la rive hamadienne orientale de l'oued, déjà recouverte par la sédimentation aïdienne. Actuellement les formations dunaires du Grand Erg Occidental ont ennoyé ces témoins d'âge quaternaire ancien, sauf cependant en certains points en bordure de l'Erg ou à l'intérieur même des massifs dunaires (2). Des formations analogues se rencontrent au flanc oriental de la Hamada de la Daoura.

3) des formations alluviales intradjabelliennes qui, dans la région que concerne cette étude, sont particulièrement bien représentées dans les vallées des Monts d'Ougarta. Ce sont encore des formations conglomératiques, plutôt bréchiques, ou des cailloutis résultant de l'accumulation de blocs éboulés d'origine locale, ou du ravinement des formations aïdiennes préexistantes.

(1) Nous ne pouvons ici suivre l'option de G. CONRAD (1969) qui place les dépôts conglomératiques du fond de l'oued Saoura (Taourirtien de J. CHAVAILLON et H. ALIMEN) à la base de son Villafranchien supérieur (= Mazzérien), ces dépôts contenant une industrie plus évoluée que ceux qui termineraient le cycle villafranchien supérieur ainsi compris.

(2) Ici encore, en accord avec H. ALIMEN et J. CHAVAILLON, nous considérons ces formations comme antérieures au Quaternaire moyen, à cause des industries qui parsèment leur surface, tandis que G. CONRAD en fait du Quaternaire récent.

L'altitude relative des formations mazzériennes est variable suivant le type de faciès auquel elles appartiennent. Le sommet de la terrasse fluviatile à Mazzer, au Nord de Béni-Abbès, domine le cours actuel de la Saoura de 40-45 m environ et sa puissance au point précis que nous étudierons ne dépasse guère 5 mètres. Mais altitude et puissance sont variables suivant qu'elles sont évaluées plus en amont ou en aval. C'est au même niveau (43 m.) au-dessus de l'oued que se situent les sables et calcaires fluvio-lacustres qui, sur la rive orientale de la Saoura (Foum Tamtart par exemple), atteignent 15 m d'épaisseur environ. Par contre, les témoins de la sédimentation mazzérienne dans les vallées des Monts d'Ougarta peuvent se trouver accrochés aux flancs des djebels à l'altitude 75-80 m. par rapport au niveau de l'oued principal. Lorsqu'il a été possible au géologue de suivre la pente de ces formations, dans le Couloir Lagardette notamment et le long des "meksems" établissant la communication entre cette dernière vallée et celle de la Saoura, on a pu comprendre que ces éboulis avaient été entraînés, selon une pente particulièrement forte, vers la vallée principale et qu'il était possible d'établir une relation avec la terrasse formée par les alluvions longitudinales de la Saoura.

Deux séries stratigraphiques ont été établies par J. CHAVAILLON (1964), l'une au sein des formations fluviatiles, l'autre au sein des dépôts fluvio-lacustres. Un essai de corrélation a été tenté entre ces deux séries; il ne s'impose pas ici d'en donner le détail hors du contexte des coupes que nous avons étudiées et que nous décrirons séparément avant chacune des analyses polliniques les concernant.

Il convient enfin de signaler que c'est au Mazzérien qu'apparaissent, on l'état actuel des recherches, des témoignages certains de la présence de l'homme en cette région. Des industries sur galets caractérisant la Pebble-Culture y ont été identifiées.

II - LOCALISATION DES PRELEVEMENTS.

A chacun des faciès précédemment décrits correspond l'étude palynologique d'un ensemble d'échantillons prélevés en série (cf. figure 16).

1) les formations fluviatiles ont été étudiées à proximité de l'oasis de Mazzer, 25 km au Nord de Béni-Abbès, sur la rive gauche de la Saoura.

2) les formations fluvio-lacustres l'ont été non loin du Fom de Tamtert, 30 km au Sud de Béni-Abbès, sur la rive gauche de la Saoura, en bordure du Grand Erg occidental et, par ailleurs, sur le bord oriental de la Hamada de la Daoura, près du puits d'Hassi Manda (région de Tabelbala).

3) dans la région d'El Gouira (piedmont d'Ougarta) le Quaternaire ancien couvre de vastes surfaces dénommées "Petite Hamada". Il est érodé en certains points et présent alors sous la forme de buttes, montrant à leur base des formations aïdiennes que surmonte une belle série d'âge mazzérien dont les niveaux supérieurs seuls ont fourni quelques échantillons permettant une étude palynologique.

4) les alluvions d'origine intradjabelliennes enfin ont été étudiées grâce à un prélèvement effectué dans le ciment du conglomérat mazzérien peu épais, surmontant les formations aïdiennes au Fom Marouga.

B - LES FORMATIONS MAZZERIENNES FLUVIATILES A MAZZER (VALLEE DE LA SAOURA)

Dans le cadre géographique de notre étude, c'est au voisinage de l'oasis de Mazzer qu'ont été reconnus, dès 1951 par Melle ALIMEN, dans la vallée de la Saoura, les témoins d'origine fluviatile les plus représentatifs de la période de sédimentation qui achève le cycle mazzérien. La stratigraphie en fut ensuite envisagée par H. ALIMEN, J. CHAVAILLON et G. CONRAD (1959), J. CHAVAILLON (1964), G. CONRAD (1969). Les formations mazzériennes, dont le sommet domine le cours actuel de l'oued de 40-45 m reposent sur l'Aïdien, en de petites buttes déterminées par une érosion tardive postérieure au Quaternaire ancien. Elles se trouvent elles-mêmes à leur sommet, une vingtaine de mètres en contre-bas des plus hautes buttes qui s'étendent vers l'Est, dans le golfe de Mazzer, comme des formes relictuelles de la série aïdienne dans laquelle se sont trouvés emboîtés les dépôts mazzériens (pl. VIII, figure 1).

Au flanc de l'une des petites buttes proches du "ksar", nous avons pu dégager et observer une coupe montrant, sur 5 m d'épaisseur, une série stratigraphique correspondant à la sédimentation mazzérienne, tandis que les dépôts aïdiens sous-jacents, d'une puissance comparable, ne restaient que partiellement accessibles à l'observation en raison de l'importance des éboulis à ce niveau.

A partir du sommet de la butte, la stratigraphie des dépôts mazzériens et la situation des échantillons qui ont été prélevés sont les suivantes (figure 25) :

- un conglomérat supérieur à galets abondants, souvent de grande taille et ciment sablo-gréseux grossier, très durci (prélèvements 8, 7, 6).
- un banc gréseux intermédiaire,
 - blanc-rosé, friable, grossier, avec petits galets, dans sa partie supérieure (prélèvement 5)
 - dur, rosé, au grain fin, dans sa partie moyenne (prélèvement 4).

- ayant l'aspect d'un sable consolidé en un grès tendre, jaunâtre, grossier, à sa partie inférieure (prélèvement 3).
- un conglomérat inférieur à petits cailloux et ciment sablo-gréseux grossier (prélèvement 2), reposant sur un niveau de sable grossier, consolidé, sans galets (prélèvement 1).

Le contact avec les dépôts d'âge aïdien est marqué par un niveau brun ayant l'aspect d'un sol, d'apparence gypseuse. Ce dernier fait suite à une formation sableuse grésifiée avec intercalation d'un conglomérat à petits cailloux, de faible épaisseur: deux prélèvements, b et a, ont été faits dans cette partie accessible de l'Aïdien, mais dès à présent nous pouvons dire que ces derniers se sont révélés stériles.

Les quantités de sédiment traitées sont voisines de 350 g pour 5 des échantillons prélevés dans la série mazzérienne. Mais, près de 500 g du ciment du conglomérat supérieur ont été traités (issus du prélèvement 7) et seulement 200 g du grès intermédiaire (issus du prélèvement 4). Les résultats numériques de l'analyse pollinique apparaissent très variables d'un niveau à l'autre de la série stratigraphique (tab. XII). Nous les envisagerons en tenant compte de la distinction faite, sur le terrain, des trois unités sédimentaires bien évidentes constituant la série mazzérienne, telles d'ailleurs que les a reconnues et individualisées J. CHAVAILLON (1964) en ce lieu précis de la vallée de la Seoura.

LE CONGLOMERAT INFÉRIEUR ET LE NIVEAU SABLEUX SOUS-JACENT

De toute évidence, le niveau sableux grossier, consolidé, reposant au contact des formations aïdiennes, très peu épais localement et atteignant tout au plus quelques 30 cm d'épaisseur, ne marque qu'une étape vers l'édification du conglomérat qui lui fait suite stratigraphiquement. Ce dernier, ne contenant que de petits cailloux dans un ciment sableux grésifié, ne présente qu'un caractère détritique moyennement grossier. L'unité indubitable de cette formation nous a engagée à ne pas séparer l'examen des microflores déterminées en chacun des deux échantillons analysés, issus du

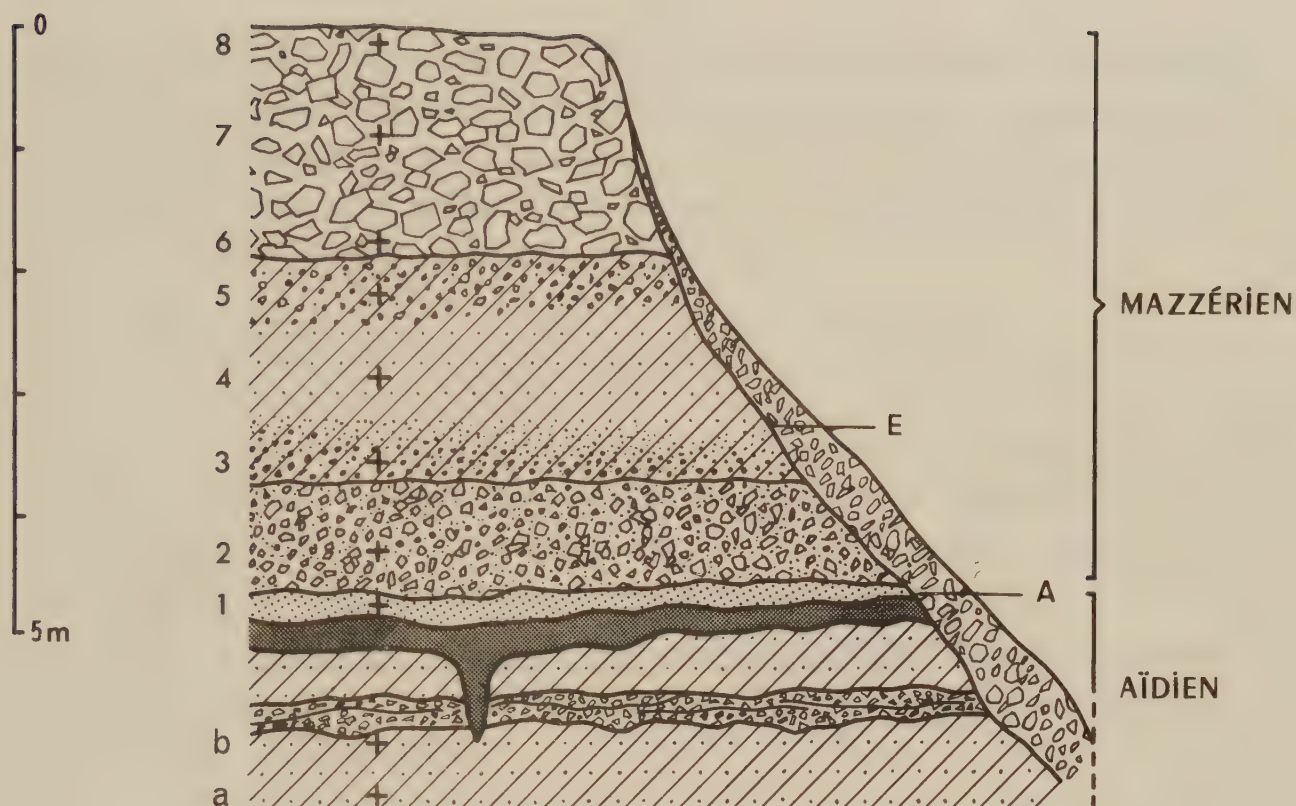


Fig. 25 Coupe dans les formations mazzériennes recouvrant les sables grésifiés d'âge aïdien à proximité de l'oasis de Mazzer.

- 8, 7, 6 prélèvements dans le conglomérat supérieur à ciment sablo-gréseux grossier très durci et galets abondants.
- 5, 4, 3 prélèvements dans un banc gréseux plus ou moins tendre, durci ou chargé de petits galets suivant le niveau auquel ils ont été effectués.
- 2 conglomérat inférieur à petits cailloux et ciment sablo-gréseux grossier.
- 1 sable grossier, consolidé, sans galets.
- A contact des formations mazzériennes avec le soubassement d'âge aïdien (un niveau brun ayant l'aspect d'un sol imprégné de gypse repose sur des sables grésifiés avec intercallations de lits caillouteux : prélèvements b et a).
- E Eboulis.

sable consolidé à la base (prélèvement 1) et du ciment sableux de la partie conglomératique (prélèvement 2). Cet ensemble qui marque le début de la sédimentation mazzérienne en cet endroit est le plus intéressant du point de vue palynologique puisque les deux analyses ont livré des pollens en quantité satisfaisante, respectivement 768 et 140.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Elle sera envisagée comparativement dans les échantillons 1 et 2. Incontestablement la strate sableuse de la base a fourni l'échantillon dont la microflore est, en même temps que la plus riche, spécifiquement la plus diversifiée. Ses éléments peuvent être groupés comme suit :

1) Le groupe des éléments d'origine tropicale est tout à fait intéressant par sa composition dans l'échantillon 1, rassemblant près de 3% de l'ensemble de la microflore.

- *Acacia* sp. (polyade de 35 μ , à exine très altérée, appartenant à une espèce du groupe des "gommières") et *Cassia* (espèce indéterminable) sont présents.

- La famille des Combrétacées compte deux genres :

+ *Combretum*, représenté par des pollens dont l'axe polaire mesure 20-22 μ , ce qui exclut qu'il s'agisse de *C. micranthum* (dont le pollen est de plus petite taille), mais permet d'évoquer la présence possible de *C. glutinosum* ou de *C. aculeatum* dont nous avons vu l'extension tout à fait nord-sahélienne (cf. chapitre X).

+ *Anogeissus*, essence pour la première fois rencontrée dans les analyses, caractérisée par un petit pollen isopolaire, équiaxe ($P=E= 14-15 \mu$), hétérocolpé (endoapertures parfois visibles, formées de deux lobes de part et d'autre de l'ectoaperture), à exine apparemment lisse (cf. pl. XVIII, figures 15-16 : un pollen de ce genre, rencontré dans une analyse qui sera commentée ultérieurement). Le genre *Anogeissus* est actuellement représenté en Afrique tropicale par l'unique espèce arborescente *A. leiocarpus*, répandue

d'Ouest en Est et dont on différencie vers l'Est, au-delà du Sénégal, la variété *schimperi*, différenciation principalement fondée sur un critère morphologique floral. D'après A. AUBREVILLE (1950, p. 136), "*Anogeissus* a une amplitude biologique exceptionnelle qui lui permet de vivre indifféremment en bordure du Sahara et sur les lisières de la forêt équatoriale... Il recherche cependant toujours les sols frais. Dans les régions sahéliennes, il se cantonne autour des mares semi-permanentes. En zone sahélo-soudanaise, il se plaît dans les galeries forestières sur les rives des cours d'eau temporaires..." *Anogeissus leiocarpus* a été reconnu en Mauritanie et l'auteur sus-cité précise que sa limite extrême septentrionale au Niger, passe au Nord de localités que l'on situe au voisinage du 16ème parallèle, donc entre les isohyètes des 300 et 400 mm. Dans les régions prédésertiques, "en dehors des mares d'hivernage, les arbres ont ordinairement un aspect souffreteux" (*loc. cit.*, p. 136). Nous reviendrons sur la signification donnée à la présence actuelle de cette espèce en zone nord-sahélienne.

- un petit nombre de pollens du genre *Olea* n'ont pas été rapportés à l'espèce *Olea cf. europea* comme ce fut le cas de tous les pollens de ce genre déterminés dans les précédentes analyses. Chez ces pollens nouvellement rencontrés, longiaxes, la grandeur des mailles du réseau, la hauteur des bacules (dont les têtes ne sont pas arrondies comme chez *Olea europea*, mais en forme de massue), les proportions relatives de l'ectexine et de l'endexine, sont autant de critères qui leur confèrent des affinités avec les pollens d'*Olea chrysophylla* (*cf.* pl. XIX, figures 6-7 : pollen fossile identique, issu d'un niveau supérieur). Cette dernière espèce est essentiellement est-africaine, assez largement répandue entre 800 et 3000 m dans les savanes boisées et les parties sèches des forêts humides d'altitude, ce qui laisse présumer de conditions d'humidité dépassant notablement celles dont les précédentes espèces à caractère sahélien sont capables de se satisfaire. Notons qu'il est exclu, pour des raisons d'ordre morphologique que les pollens en question représentent l'espèce à très vaste répartition, *Olea hochstetteri*, soudano-guinéenne, mais également est-africaine.

	C. inf. base sableuse		B. gréseux			C. sup.		
	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Eléments d'origine tropicale :</u>								
<i>Acacia</i> sp. (gr. des "gommières")	1							
<i>Cassia</i> sp. (Césalpiniacées)	1	2						
<i>Combretum</i> (Combretacées)	7	1						
<i>Anogeissus</i> (Combretacées)	11		1	2	3		2	2
<i>Olea</i> (cf. <i>chrysophylla</i> ?) (Oléacées)	3			2			1	
<i>Allophylus</i> (Sapindacées)							1	
<u>Eléments d'origine mésogéenne :</u>								
- à caractère indéterminé :								
Conifère bi-ailé (indéterminé remanié)			1		1			
- à caractère tempéré :								
<i>Alnus</i>					1			
cf. <i>Zelkova</i> (Ulmacées)								1
- à caractère méditerranéen s.s. :								
<i>Cedrus</i> (<i>C. atlantica</i> déterminé en 1)	3			1	1			
<i>Pinus</i> type " <i>laricio</i> "	6						1	
<i>Juniperus oxycedrus</i> (Cupressacées)	1			1				
Cupressacées				2				
<i>Quercus</i> type " <i>ilex</i> "	5			3		1		
autres <i>Quercus</i>	1	1		2				
<i>Olea</i> cf. <i>europaea</i>				3		1	2	
<i>Pistacia</i> cf. <i>lentiscus</i> (Anacardiées)				1				
<i>Erica arborea</i>	2							
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :								
<i>Ziziphus lotus</i> (Rhamnacées)		2						
<i>Rhus</i> cf. <i>tripartita</i> (Anacardiées)	1			1				
<i>Ephedra</i> cf. <i>alata</i>	431	42	1	28	3	16	25	8
Chénopodiées type " <i>Atriplex</i> "	96	23		61	8	6	15	
<i>Cornulaca monacantha</i> (Chénopodiées)		2					1	
Composées tubuliflores	22	7		11	4	1	6	1
Composées liguliflores	1			1				
<i>Artemisia</i> (Composée)	42	10		19	2	2		1
<i>Centaurea</i> (Composée)	1							
Graminées	54	14		27	5		4	1
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	9	10		10	1	1	3	
<i>Sclerocephalus arabicus</i> (Caryophyllacées)	1	2		8			1	
<i>Calligonum</i> (Polygonacées)	1							
<i>Moltkia ciliata</i> (Boraginacées)	1	1		1				
Ombellifères	5	3		3			1	
<i>Helianthemum</i> (Cistacées)	2	1						
<i>Plantago</i>	2	1		2				
Crucifères	1	1		5	3		1	
<i>Androcymbium gramineum</i> (Liliacées)				3				
<i>Asphodelus</i> sp. (Liliacées)							1	
Papilionacées	1	1						
Géraniacées	1							
Malvacées			1					
Primulacées	1							
<u>Eléments à caractère hygrophile :</u>								
<i>Tamarix</i>	1			1				
Cyperacées (non <i>C. conglomeratus</i>)	5			4				
spores de Pteridophytes	1					1		
Indéterminés	5	-		1	1	1	1	
Indéterminables	42	16		4	1	2	6	
Nombre de pollens comptés	768	140	4	207	34	32	73	14
% des éléments d'origine tropicale	~ 3%	2%	-	~ 2%			5%	
% des éléments à caractère tempéré	-	-	-	-			+	
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.	~ 2,5%	0,7%		~ 6%			~ 4%	

Tableau XII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations mazzériennes fluviales à Mazzer (Vallée de la Sacura).

Ce petit groupe à caractère sahélien dominant, marqué par la représentation d'une Oléacée dont la détermination, pour être confirmée, nécessiterait un plus grand nombre de références, s'appauvrit dans l'échantillon 2, dont la microflore n'a plus livré que des pollens de *Cassia* et de *Combretum* en quantité infime.

2) Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. réunit 2,5% des pollens de l'ensemble de la microflore dans l'échantillon 1. Ces derniers appartiennent à diverses essences : *Cedrus* sp., *Pinus* type "laricio", *Juniperus oxycedrus*, *Quercus* type "ilex" et une autre espèce de *Quercus*, *Erica arborea* (cf. pl. XIX, figures 3 à 5). Plus encore que le groupe des éléments d'origine tropicale, ce dernier s'estompe dans le ciment de l'échantillon conglomératique où seule est représentée, par un pollen unique, une espèce de *Quercus* n'appartenant pas au type "ilex".

3) Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est nettement caractérisé par le pourcentage d'une microflore traduisant l'importance des conditions édaphiques favorables au développement d'*Ephedra* cf. *alata* principalement (56% en 1, 30% en 2) et, secondairement, à celui des Chénopodiacées halophiles (12,5% et 15% respectivement). Le cortège des psammophiles "sahariennes" compte *Calligonum*, *Molukia ciliata*, mais la non-représentation de *Cornulaca monacantha*, dans le niveau sableux notamment, est remarquable. Les pourcentages selon lesquels sont représentés les Graminées ne sont pas négligeables : 7% et 10% en 1 et 2. Si *Paronychia arabica* compte, au nombre des espèces déterminées, comme une essence désertique, préférant toutefois les regs où elle trouve un peu d'eau, *Sclerocephalus arabicus* à caractère déjà sub-méditerranéen y figure également, tandis que *Ziziphus lotus* et *Rhus* cf. *tripartitum* (P mesure 26 μ chez le pollen fossile et 28-30 μ chez les plus petits pollens de l'espèce à laquelle nous avons pensé pouvoir rapporter ce dernier) interviennent comme des taxa méditerranéens appartenant à une association caractéristique des "dayas" ou des bords de rivières. A ces dernières, méditerranéennes, se joignent sûrement *Artemisia*, *Centaurea* (non *C. pungens*, seule espèce saharienne), plusieurs espèces d'Ombellifères dont une a été rapportée au genre *Torilis* : *Torilis*

cf. nodosa, actuellement très commune dans le Tell mais également eurasiatique (*cf.* pl. XIX, figures 16-17).

Notons enfin que la microflore présente dans l'échantillon sableux rassemble un petit groupe de pollens caractérisant une association hygrophile : *Tamarix*, Cypéracées et une espèce parmi les Ptéridophytes.

II - COMMENT COMPRENDRE LA COMPOSITION DE LA MICROFLORE DETERMINEE EN 1 ET 2.

Une fois encore, il faut le noter, il n'est pas aisé de comparer la composition de microflores rassemblant des quantités de pollens aussi éloignées numériquement que celles que nous venons d'analyser et qui correspondent pourtant à des poids de sédiment initialement équivalents. Cependant, si nous voulons tenter de comprendre quelque peu la signification des résultats obtenus, nous ne pouvons échapper à cette comparaison qui suscite les réflexions suivantes :

1) La microflore sédimentée au moment même du dépôt du niveau sableux paraît très nettement significative de conditions semi-arides, assurant un contexte favorable au développement des espèces sahéliennes et méditerranéennes les moins exigeantes du point de vue hydrique, ou plus précisément adaptées à un biotope marqué d'une humidité notable. C'est ainsi que l'on peut envisager semble-t-il, au bord d'une Saoura déjà canalisée quoique occupant un plus large territoire que son futur thalweg, l'association des espèces à caractère sahélien et des "méditerranéennes s.s.", les unes et les autres trouvant suivant leurs exigences écologiques, leur milieu le plus favorable soit dans les sols les plus secs, soit à proximité de l'eau. Il est bien évident que ces espèces devaient bénéficier, dans les vallées des Monts d'Ougarta, de conditions particulièrement privilégiées. Toutefois, il ne paraît pas exclu que la vallée même de la Saoura soit devenue, à cette époque, une sorte de couloir de végétation où, sous des conditions semi-arides probablement et, pour certaines espèces, à la faveur de l'humidité locale plus précisément, coexistaient *Acacia*, *Cassia*,

Combretum, *Anogeissus*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex*, *Erica arborea*, *Rhus cf. tripartitum*. Nous avons déjà envisagé la capacité d'adaptation à la sécheresse d'un bon nombre de ces espèces dont la plasticité écologique remarquable permet de les imaginer vivant en cette région, dans des conditions moins précaires que celles actuelles (*Acacia* par exemple et même *Cassia*, *Combretum*, dans la mesure où l'on peut penser qu'à ce dernier genre correspondent les espèces à répartition actuelle le plus septentrionale). Le caractère local probable du niveau sableux invite d'ailleurs à penser que le lit même de la Saoura, en cette phase préliminaire au dépôt du conglomérat, devait être parcourue par des écoulements divagants, diffus, ménageant des flots propres à la croissance d'un type de végétation à caractère édaphique : sols sableux ou sablonneux colonisés par *Ephedra cf. alata* et son cortège de psammophiles (*Calligonum*, *Moltkia ciliata*). Sous ces conditions semi-arides, nous avons déjà vu se développer les espèces halophiles, à la faveur de milieux enrichis en sels. Notons la présence dans cette microflore de *Tamarix*, de Cypéracées autres que celle inféodée aux sables (*Cyperus conglomeratus*), d'une espèce de Ptéridophyte enfin, ces dernières essences attestant d'une humidité locale au moins dont peut-être bénéficiaient une partie des Graminées dont les pollens représentent 7% de la microflore. Lorsqu'on se souvient des réflexions nées de l'examen des microflores aïdiennes en ce même lieu, à proximité de Mazzer, un point est tout à fait remarquable, c'est l'absence au Mazzérien de toute cette fraction de la microflore traduisant l'importance, lors de la sédimentation aïdienne, de l'apport atlasique de pollens d'éléments à caractère tempéré. Or, est-on autorisé à penser que la végétation à caractère mésophile, présente à l'Aïdien sur les pentes de l'Atlas, se soit trouvée modifiée au Mazzérien ? Ce fait engagerait à penser que l'importance des écoulements était bien moindre au début de la sédimentation mazzérienne et que peut-être, le régime des pluies locales, si minimes soient-elles dans des conditions semi-arides, était davantage déterminant dans le maintien d'une flore sûrement relictuelle d'un paysage végétal plus florissant lors de la phase pluviale responsable des phénomènes d'érosion considérables marquant

le début du Mazzérien. Il ne paraît pas impossible alors de considérer la présence présumée d'*Olea chrysophylla* comme un témoignage du caractère relictuel de cette flore plus luxuriante au cours du Pluvial. Probablement cette espèce du genre *Olea* restait-elle localisée en des points lui offrant un maximum d'humidité. Quant aux pollens de Conifères bi-ailés (*Pinus* type "*laricio*", *Cedrus*), il faut les regarder comme des individus allochtones peut-être transportés par l'eau dans ce cas précis, sans exclure un apport par des courants atmosphériques cependant.

2) Si l'on s'en tient aux données de l'analyse pollinique en faisant abstraction du fait qu'il reste insatisfaisant d'établir des comparaisons entre deux microflores quantitativement très différentes l'une de l'autre, il devient tout à fait évident que la flore pollinique contenue dans l'échantillon 2 marque pratiquement la disparition d'éléments nécessitant au moins des conditions semi-arides. Parmi les éléments d'origine tropicale, seuls subsistent *Cassia* et *Combretum* dont on sait que l'un et l'autre genres comptent des espèces capables de survivre à des conditions voisines de l'aridité. L'unique pollen représentant l'élément à caractère méditerranéen s.s. appartient à une espèce du genre *Quercus* dont le pollen n'est pas du type de celui de *Quercus ilex* : il faut le considérer comme un individu allochtone, semble-t-il.

En conclusion de cette analyse de prélèvements dans le conglomérat inférieur de Mazzer, marqué à sa base par un niveau sableux, il semble que, dans la mesure où l'on accepte de prendre le parti de comparer des microflores si différentes du point de vue quantitatif, apparaît une évolution très nette de conditions semi-arides, lisibles dans la composition de la microflore déterminée dans le niveau sableux, vers un contexte climatique voisin de l'aridité que révèle l'analyse du ciment du conglomérat. Nous sommes, de fait, tentée de penser que l'épisode semi-aride par lequel semble débiter la sédimentation appartient encore à la phase pluviale antérieure, que cet épisode se trouve vraiment au passage de la phase d'érosion à la phase de sédimentation qui, très vite, serait caractérisée par des conditions sub-arides plutôt que semi-arides.

LE BANC GRESEUX INTERMEDIAIRE

Du point de vue pétrographique, le banc gréseux manque d'homogénéité, nous l'avons vu en précisant la stratigraphie de l'ensemble de la série. Pour cette raison, nous attacherons notre intérêt essentiellement à la microflore issue de l'échantillon 4 qui rassemble 207 pollens, sans pour autant négliger les éléments qui, n'étant pas apparus en 4, interviendraient en 3 et 5, qui n'ont fourni respectivement que 4 et 34 pollens. La flore pollinique est ainsi composée :

1) Les éléments d'origine tropicale (2%) sont ici encore *Anogeïssus* et *Olea* (cf. *chrysophylla* ?), mais *Combretum* a été déterminé en 3 et 5.

2) Les éléments à caractère méditerranéen s.s. dont les pollens sont présents selon un pourcentage voisin de 6 sont les suivants : *Cedrus* (pollen altéré, très probablement remanié), *Juniperus oxycedrus* et des Cupressacées indéterminées, *Quercus* type "*ilex*" et autres *Quercus*, *Olea* cf. *europa*, *Pistacia* cf. *lentiscus*. Aucun de ces éléments ne se retrouve en 3 et 5, si ce n'est *Cedrus atlantica*.

3) Le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, dans lequel intervient *Rhus* cf. *tripartitum*, est ici dominé non plus par le pourcentage des pollens d'*Ephedra* cf. *alata* (13,5%) mais par celui des Chénopodiacées halophiles (30%), alors que la proportion des pollens de Graminées est équivalente de celle des pollens d'*Ephedra* (13%). *Tamarix* et Cypéracées (autres que *C. conglomeratus*) témoignent d'un milieu humide.

En présence de cette microflore dans laquelle sont rassemblés des pollens traduisant la juxtaposition d'essences d'origine tropicale et d'autres, méditerranéennes s.s., tandis que le milieu reste favorable au développement d'espèces actuellement désertiques (psammophiles et halophiles), mais accompagnées d'essences à caractère sûrement méditerranéen (*Rhus* cf. *tripartitum*, *Artemisia*, Ombellifères notamment), on pense pouvoir reconnaître de nouveau l'existence probable d'un épisode marqué de conditions semi-arides dont on

ne peut dire si elles ont persisté pendant toute la durée du dépôt du banc sableux secondairement grésifié, puisque les données palynologiques ne fournissent que des résultats quasi-inutilisables à la base et au sommet de cette formation. Précisément issu de ce sommet, on remarquera toutefois que l'échantillon 5, extrêmement pauvre, a livré, à côté du pollen sans doute allochtone de *Cedrus atlantica* (pl. XIX, fig. 8) et de ceux du genre *Combretum*, un pollen d'*Alnus* dont l'origine doit être envisagée avec prudence, mais dont il n'est pas exclu, *a priori*, qu'il traduise la persistance de cette essence en bordure d'une Saoura fonctionnelle, comme une espèce relictuelle d'une formation arborée plus conséquente au cours du Pluvial mazzérien.

LE CONGLOMERAT SUPERIEUR

Des renseignements très pauvres et imprécis nous sont donnés par les analyses des trois échantillons issus de ce conglomérat dont le ciment gréseux qui a fourni les prélèvements se trouve absolument identique, dans son aspect et sa composition, dans toute l'épaisseur de la formation. Aussi nous avons tenté, pour obtenir une image valable de la microflore sédimentée au cours du dépôt de ce dernier, de grouper les résultats des trois analyses en un donné unique permettant de calculer des pourcentages à partir d'un nombre satisfaisant de pollens. Nous mesurons le caractère hasardeux du principe adopté, car c'est finalement à partir de 119 pollens comptés en 6+7+8 (auxquels correspondent respectivement 32, 73 et 14 pollens), que nous chercherons à caractériser le contexte climatique dans lequel s'est édifié le conglomérat supérieur. Or cette quantité de pollens résulte du traitement d'une quantité considérable de sédiment (voisine de 1200 g.) : nous savons donc toute la fragilité de nos comparaisons, mais ici encore, il faut accepter un certain caractère aléatoire des données de nos analyses, en attachant plus d'intérêt à l'aspect qualitatif du problème puisque les échantillons ont été choisis de façon que soit exploré le ciment du conglomérat dans toute la durée de sa formation. Il ressort de cet ensemble d'analyses que sont représentés :

1) Un groupe d'éléments d'origine tropicale comptant encore des pollens de *Combretum*, *Anogeissus*, *Olea* (cf. *chrysophylla* ?) auxquels est associé un pollen du genre *Allophyllus* (Sapindacée) (pl. XIX, figures 9 à 12). Très brièvement, on peut ainsi caractériser ce dernier : pollen hétéropolaire, bréviaxe, triangulaire en vue polaire, angulaperturé et triporé; son plus grand axe mesure 25 μ ; faute d'avoir pu observer une vue méridienne du pollen ainsi que son pôle concave, on ne peut préciser la longueur de l'axe polaire ni la structure de l'exine à ce pôle; en coupe optique équatoriale, l'endexine apparaît de même épaisseur que l'ectexine; au pôle convexe l'exine est nettement réticulée. Le pollen a été observé et comparé, au microscope de comparaison, aux pollens de 20 espèces du genre en question, presque toutes africaines. De cet examen il résulte que les pollens actuels avec lesquels le fossile a le plus d'affinités sont ceux d'*Allophyllus zenkeri* : une grande similitude, en effet, existe entre les pollens de cette dernière espèce et celui fossilisé à Mazzer. Or, dans la nature actuelle, *Allophyllus zenkeri* est localisé dans les galeries forestières et les brousses secondaires de l'Oubangui-Chari, c'est-à-dire dans des zones recevant 1000 à 1400 mm. de pluies annuelles. Parmi les quelques espèces ouest-africaines, *Allophyllus africanus* est celle dont l'extension est la plus septentrionale. Si l'on se reporte aux ouvrages de A. AUBREVILLE (1950), ou de J. HUTCHINSON et J.M. DALZIEL (1958), on s'aperçoit qu'*Allophyllus africanus* présente, au niveau même des caractères morphologiques de la plante, une grande variabilité qui semblerait liée à son habitat, variabilité qui conduit A. AUBREVILLE (*loc. cit.*, pp. 389-390) à parler de "la série des espèces homologues de *A. africanus*", et les autres auteurs sus-cités (p. 713) à distinguer plusieurs "forma", parmi lesquelles *Allophyllus africanus* "forma" *senegalensis* (var. *senegalensis* de J. BERHAUT, 1967). *Allophyllus africanus* est considéré par A. AUBREVILLE (p. 390) comme un arbuste pantropical qui "se répand dans toute la zone guinéenne en suivant les galeries forestières", l'auteur poursuit : "il était certainement autrefois un des éléments du sous-bois des forêts sèches intactes de Ouadda dans l'Oubangui-Chari. En suivant fleuves et rivières il remonte en pleine

zone soudanaise et même sahélienne puisqu'il est signalé au bord du fleuve Sénégal dans la région de Dagana et dans le Macina au Soudan". Ces quelques lignes suffisent à mettre en évidence l'amplitude des conditions écologiques dans lesquelles peut se développer cette espèce, amplitude qui est probablement à l'origine du polymorphisme précédemment évoqué et de l'existence, au sein de l'espèce, de plusieurs formes : en effet, l'*Allophyllus africanus* des forêts dites sèches de la région de Ouadda y supporte, comme l'*Allophyllus Zenkeri*, des conditions de pluviosité annuelle évaluées d'après la carte de J.D. CLARK (1967) à 1000-1400 mm. alors qu'à la limite septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce, le cours tout à fait inférieur du Sénégal sur lequel se situe précisément Dagana, longe pratiquement l'isohyète des 300 mm. C'est dire la capacité d'adaptation d'*Allophyllus africanus*, de toute évidence essentiellement ripicole en régions sèches. Quant au pollen fossile nous restons vraiment dans l'incapacité d'apporter plus de précision au niveau spécifique. Nous l'avons dit très voisin morphologiquement de celui d'*Allophyllus zenkeri* et s'il représente effectivement cette dernière espèce, cela suppose des conditions d'humidité qui dépassent d'assez loin celles offertes par l'actuelle zone sahélienne. Par ailleurs le pollen fossile comparé à des pollens de référence d'*Allophyllus africanus* issus de côte d'Ivoire et du Sénégal, s'en distingue très nettement par la structure de l'exine, le réseau présentant, chez les pollens choisis pour référence, un aspect plus ou moins strié que ne montre absolument pas le pollen fossile. Cependant, étant données les variations observées au niveau des caractères macroscopiques de la plante, on peut se demander si la morphologie pollinique ne reflète pas ces variations et si le pollen fossilisé à Mazzer ne correspond pas à l'une des formes actuelles ou à une forme ancienne, maintenant éteinte, d'*Allophyllus africanus*. Il y a là un problème de détermination qui, pour une raison de polymorphisme de l'espèce, nous laisse dans l'incapacité de nous prononcer quant à la signification de la présence, dans la microflore, du pollen fossile en question. Il peut laisser supposer des conditions d'humidité notable, si l'on s'en tient à la comparaison établie avec le pollen de l'espèce centre-africaine (*A. zenkeri*), mais

également traduire des conditions de milieu privilégiées (bordure de la Saoura probablement) sous un régime climatique semi-désertique.

2) Un élément marqué d'un caractère tempéré en lequel nous avons pensé pouvoir reconnaître la présence de *Zelkova*, en conservant la réserve exprimée dans le tableau. Toutefois, nous avons noté que le pollen présentait une coloration différente de celle de l'ensemble des pollens de cette microflore, ce qui peut suggérer son remaniement à partir des sédiments éoliens de Mazzer notamment où il a été présumé de sa présence au début du Villafranchien.

3) Un groupe d'éléments à caractère méditerranéen s.s., relativement pauvre, avec *Pinus* type "*laricio*", sûrement allochtone, et l'association *Quercus* type "*ilex*" - *Olea cf. europea* que l'on peut envisager *in situ*.

4) Un ensemble enfin d'éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, dominé par 41% de pollens d'*Ephedra cf. alata* et 18% environ de Chénopodiacées halophiles, ensemble spécifiquement pauvre et pratiquement dépourvu d'espèces à caractère méditerranéen accentué.

L'analyse du ciment du conglomérat marquant le dernier épisode de la sédimentation mazzérienne est quelque peu embarrassante quant à l'interprétation que l'on voudrait en faire. Le fait de la permanence au cours de la sédimentation d'une grande pauvreté en pollens, bien qu'elle n'exclut pas l'éventualité de conditions de conservation défavorables, semble signifier que, très probablement, la végétation se trouvait alors appauvrie quantitativement et même spécifiquement. Si l'on admet que l'on peut supposer *in situ* le petit nombre des pollens d'essences d'origine tropicale (*Combretum*, *Anogeissus*) ou ceux des "méditerranéennes s.s." (*Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*), ceci implique la persistance d'un régime de la Saoura marqué d'écoulements au moins sporadiques résultant d'apports sûrement atlasiques, mais aussi de pluies locales. Ces épisodes pluvieux devaient alterner avec des pointes d'aridité provoquant des phénomènes de thermoclastisme qui offraient un matériel neuf, repris sur place et trans-

porté à faible distance comme l'exprime J. CHAVAILLON (1964, p. 95) à la suite de J. TRICART (1960) et A. CAILLEUX, 1962, p. 118). En effet, l'étude pétrographique des formations conglomératiques révèle un pourcentage assez notable des roches d'origine hamadienne. L'origine lointaine d'une partie des matériaux transportés est également envisagée par J. CHAVAILLON ainsi que par G. CONRAD (1969). Lorsque l'oued coulait faiblement, des épandages de sables grossiers (ainsi que le prouve le ciment du conglomérat) étaient probablement un lieu d'élection pour le développement des espèces psamphiles, *Ephedra* cf. *alata* principalement. Alors également, les Chénopodiacées halophiles devaient coloniser les surfaces enrichies en sels, à la suite des phénomènes d'évaporation. Tout cet ensemble évoquerait donc un climat semi-aride. Il subsiste la question posée par la représentation d'*Olea* (cf. *chrysophylla* ?) et d'*Allophylus* dans ce milieu. Les exigences de ces deux espèces du point de vue hydrique étaient peut-être satisfaites grâce à leur implantation dans un milieu privilégié. Le pollen d'*Allophylus* peut correspondre, nous l'avons vu, à une variété tout à fait sahélienne peut-être disparue et se trouver normalement associé à *Anogeissus* ou *Combretum*. Dans le cas où il représenterait une forme très humide, il faudrait alors l'envisager comme remanié, probablement à partir de sédiments issus des hamadas septentrionales datées du début du Tertiaire, alors qu'une flore tropicale couvrait l'ensemble de l'Afrique nord-équatoriale, ainsi qu'il a été rappelé à propos du Néogène. La question reste entière au terme de ces réflexions.

CONCLUSIONS

En achevant ce commentaire des analyses effectuées à partir d'échantillons prélevés dans les dépôts mis en place au cours de la sédimentation mazzérienne à proximité de Mazzer, il semble possible de conclure en deux points.

1) Du point de vue floristique, deux remarques retiennent notre intérêt :

a) en abordant l'étude de sédiments issus d'une terrasse ancienne de la Saoura qui ne représente qu'une partie du grand axe fluviatile Guir-Saoura-Messaoud, né des montagnes de l'Atlas, il était permis de s'attendre à ce qu'apparaisse, dans la microflore, un lot important de pollens d'espèces tempérées allochtones, transportés par l'eau comme ce fut le cas au cours de la sédimentation aïdienne (à Mazzer et Mekitla notamment). Or il n'en est rien : le groupe des pollens représentant des éléments à caractère tempéré est limité au pollen de *Zelkova* (cf.) et, parmi les éléments à caractère méditerranéen *s.s.*, seuls les pollens de *Quercus* n'appartenant pas au type "*ilex*", ainsi que ceux de *Pinus* type "*laricio*" et probablement *Cedrus* peuvent être considérés, avec un minimum de certitude, comme étrangers à la microflore traduisant la végétation *in situ*. Nous avons admis que le pollen d'*Alnus* pouvait appartenir à cette microflore autochtone. La question qui se pose alors est de savoir quel pouvait être le développement et la composition du couvert forestier dans l'Atlas à cette époque et quelle a été la part prise, au cours de la sédimentation mazzérienne, par les courants d'origine atlasique et par les écoulements dûs aux pluies locales. On serait tenté de donner une bien moindre importance aux apports atlasiques en comparaison de celle qu'ils eurent au moment de la sédimentation aïdienne. Mais ceci ne semble pas confirmer les données des géologues dont les études sédimentologiques prouvent, malgré l'importance d'un alluvionnement issu d'un matériel local (roches hamadiennes, sédiments aïdiens), l'incontestable dominance d'un matériel d'origine lointaine, conglomératique (J. CHAVAILLON, 1964, p. 97 et G. CONRAD, 1969, p. 209). Notons qu'un certain nombre d'observations résultant de l'étude morphoscopique des galets a conduit les précédents auteurs à insister sur le fait que la puissance de transport de l'oued diminuait sûrement du Nord au Sud, mais ceci n'était probablement pas très sensible à la latitude de Mazzer, où l'influence septentrionale était encore sûrement accentuée. Quoiqu'il en soit, il est évident que la composition de la microflore ne reflète guère ces apports lointains. Comment faut-il précisément justifier cette observation ? Nous ne pouvons ici que soulever la question.

b) la juxtaposition d'éléments d'origines diverses qui caractérisait les microflores néogènes et principalement la microflore aïdienne étudiée dans les Monts d'Ougarta, se retrouve cette fois à Mazzer où n'intervenaient pratiquement pas les éléments d'origine tropicale au cours de l'Aïdien. Ce sont ces derniers qui vont retenir notre attention. Alors qu'à l'Aïdien nous avons plus volontiers situé les espèces d'origine tropicale et les "méditerranéennes s.s. dans les vallées-refuges des Monts d'Ougarta, il apparaît au Mazzérien, dans la région de Mazzer du moins, que la Saoura, maintenant canalisée, constitue une sorte de couloir de végétation où voisinent, en période de sédimentation, les espèces tropicales - sub-tropicales et méditerranéennes s.s., relictuelles d'une végétation très probablement plus développée au cours du Pluvial. Il est d'un grand intérêt de noter ici l'apparition pour la première fois dans nos analyses du genre *Anogeissus* dont la présence en pays déjà désertique actuellement, nous l'avons vu, amène A. AUBREVILLE (*loc. cit.*, p. 136) à rapporter les propos de botanistes d'une Mission forestière remontant à quelques décades et qui exprimaient qu'*Anogeissus*, vers la limite nord de son aire devait être regardée comme "vestige d'une flore beaucoup plus ancienne que la flore actuellement en place, qui se serait installée dans des conditions plus humides que celles d'aujourd'hui". La citation se poursuit ainsi : "Ce fait de la rétrogradation d'une essence forestière peut être rapproché de celui de l'assèchement quaternaire du Sahara. A cette époque il est possible que l'*Anogeissus* formait des peuplements le long des rivières et sur certains sols frais. Lors du dessèchement, quand les cours d'eau n'eurent plus la force de déblayer les sables qui envahissaient les vallées et se réduisirent à des mares, les *Anogeissus* se seraient réfugiés autour de celles-ci". La preuve est acquise à Mazzer de cette extension beaucoup plus vaste, supposée par les botanistes, de l'aire de répartition d'*Anogeissus* dont on retrouve les pollens tout au long de la sédimentation.

Tout à fait remarquable également est la représentation d'*Olea* (cf. *chrysophylla* ?). Si notre détermination est exacte, nous avons ici une

nouvelle preuve de l'extension vers l'Ouest, dans le passé, d'essences maintenant est-africaines (ce fut le cas d'une sous-espèce d'*Acacia nilotica*, au Néogène). Notons à propos de cette espèce du genre *Olea*, une remarque extraite de l'ouvrage déjà cité de A. AUBREVILLE (p. 442) : "l'olivier sauvage de l'Abyssinie et du Kenya, *Olea chrysophylla*, n'est pas encore signalé en Afrique occidentale et centrale". Il semble que l'on trouve en cette réflexion presque empreinte d'étonnement un appui en faveur de la possibilité de son extension occidentale au Quaternaire. Toutefois, s'il est fait allusion ici à l'Afrique centrale, ceci suppose des conditions écologiques marquées de nécessités hydriques qui dépassent les possibilités de développement offertes par un régime climatique semi-aride. Nous l'avons d'ailleurs déjà exprimé au début de cette analyse. Nous rejoignons peut-être alors le problème posé par le pollen d'*Allophyllus* dont nous avons vu toute la difficulté de préciser l'espèce. Quant à *Olea* (cf. *chrysophylla* ?) et à *Allophyllus*, faut-il admettre l'éventualité que leurs pollens ne soient pas *in situ*, mais peut-être tout simplement correspondent à des individus présents lors d'une phase plus humide, lors du Pluvial mazzérien vraisemblablement ? Rappelons enfin que nous n'avons pas exclu que le pollen d'*Allophyllus* soit issu de remaniements de sédiments tertiaires très anciens. Cette éventualité semble pouvoir être éliminée quant à *Olea* (cf. *chrysophylla* ?), dont nous avons reconnu le pollen présent à chacun des stades de la sédimentation mazzérienne à Mazzer. S'il s'agissait d'une relique tertiaire très ancienne, il paraît vraisemblable que nous l'aurions rencontrée au moins à l'Aïdien.

2) Du point de vue paléo-climatique.

La trop grande variabilité des résultats numériques obtenus au cours des analyses ne permet guère de mettre en évidence une évolution des conditions climatiques au cours de la sédimentation mazzérienne. Nous nous trouvons dans l'impossibilité de comparer nos propres résultats aux données climatiques proposées par J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, p. 94) relativement à chacun des trois épisodes principaux visibles au sein des formations sédimentées dans l'oued principal. Au regard de la composition qualitative et quantitative

de la flore pollinique recueillie en chacun des échantillons analysés, nous ne pouvons faire davantage que reconnaître, du point de vue climatique, quelques jalons dans l'histoire de la sédimentation. Ceci suppose évidemment que les diverses microflore reflètent bien la représentation d'éléments *in situ*, une fois faite la part des pollens reconnus comme sûrement allochtones. C'est ainsi que l'on peut alors envisager :

- au début de la sédimentation mazzérienne (conglomérat inférieur précédé d'un niveau sableux local), un épisode semi-aride décelable à travers la microflore assez riche contenue dans le niveau sableux. A cet épisode fait suite probablement une phase sub-aride assez proche de l'aridité et pendant laquelle est mis en place le niveau conglomératique. Il semble que l'on assiste, à ce niveau, au passage d'un épisode relictuel du Pluvial mazzérien à la phase de sédimentation elle-même qui, au niveau de la strate conglomératique et au regard de la microflore analysée, serait caractérisée par une évolution des conditions climatiques devenant plus précaires, davantage sub-arides.

- au niveau du banc gréseux sus-jacent le témoignage de conditions également semi-arides est fourni par la microflore déterminée dans l'échantillon médian (4), extrait de la partie la plus fine et homogène de ce niveau qui, à sa base et à son sommet, se montre hétérogène, ne donnant à travers l'analyse pollinique, aucune possibilité de suivre une évolution climatique.

Enfin, au terme de la sédimentation une microflore très pauvre, décèle cependant des conditions encore semi-arides, semble-t-il. Les caractères pétrographiques de ce niveau impliquent peut-être, nous l'avons vu, des écoulements temporaires originaires de l'Atlas, ainsi que des précipitations épisodiques locales, mettant en mouvement un matériel thermoclasté sur place. A propos de ce conglomérat supérieur, on ne peut ébaucher que des hypothèses, eu égard à la trop grande pauvreté en pollens, qui n'est peut-être d'ailleurs que le signe d'une évolution vers une période aride.

Quelque soit l'épisode envisagé, la dominance dans la microflore appartient aux pollens d'espèces inféodées aux milieux sableux ou salés.

Ainsi, chacune des phases majeures reconnues dans la sédimentation de type fluviatile, au cours du Mazzérien, semble avoir été marquée d'un passage, au moins, par des conditions semi-arides dont témoigne la microflore. Si nous avons obtenu des résultats suffisamment explicites pour l'ensemble des analyses, nous aurions été en mesure d'affirmer, peut-être, que cette semi-aridité a persisté pendant la plus grande partie de la phase de sédimentation ou qu'au contraire, elle a été interrompue sporadiquement par des épisodes plus secs, comme cela est apparu très nettement au niveau du conglomérat inférieur.

Addendum

En annexe à ce chapitre, nous donnerons ici, pour les analyses des échantillons b et a, des résultats qui ne pouvaient faire l'objet d'un paragraphe spécial lors de l'étude de l'Aïdien. Au nombre des pollens présents (10 pollens pour l'ensemble des deux analyses correspondant à des quantités de sédiment de 200 et 270 g.), on compte *Pinus* type "*laricio*", *Juniperus oxycedrus*, *Quercus* (pollen très comparable à celui de *Q. tlemcenensis*, variété actuellement présente dans la flore atlasique), qu'accompagnent *Ephedra*, *Atriplex* et une Graminée. Le caractère allochtone d'une partie de la microflore, si évident à l'Aïdien, se dégage nettement de cette très pauvre microflore.

C - FORMATIONS MAZZERIENNES FLUVIO-LACUSTRES SEDIMENTEES DANS LE "ROKNA"
DE TAMTERT.

Sur une quarantaine de kilomètres au Sud de Béné-Abbès, jusqu'à l'oasis de Idhr, la bordure du Grand Erg Occidental ne suit pas précisément le cours de la Saoura, mais est séparée de la vallée principale par une surface structurale s'étendant plus ou moins largement vers l'Est jusqu'aux premières dunes de l'Erg, éloignées de 5 km. parfois. Cette surface d'importance variable constitue par endroits des "rokna", sortes de "rentrants" de la lisière de l'Erg. Elle présente notamment une telle extension, parallèlement à la Saoura, sur 15 km. environ, depuis le Foug el Aribi (région d'Hassi el Bisane) jusqu'à l'oasis d'Idhr, située quelques 5 km au Sud du Foug de Tamtert. C'est à partir de ce dernier, qui donne accès au "rokna" de Tamtert, que nous avons parcouru cette vaste étendue, surface topographique complexe résultant d'une érosion différentielle de couches alternativement sableuses ou calcaréo-sableuses. L'intérêt suscité pour la première fois par les dépôts en question conduisit Melle ALIMEN, puis M. CHAVAILLON à parcourir un "rokna" jonché de pièces préhistoriques appartenant à une industrie acheuléenne qui fut récoltée partiellement par ces géologues. La présence même de cette industrie rendait indubitable l'appartenance des formations sédimentées qu'elle recouvre, au Quaternaire ancien ou du moins à une période antérieure à la fin du Quaternaire moyen. Une étude stratigraphique détaillée entreprise par J. CHAVAILLON (1967, p. 97), étayée d'arguments sédimentologiques, a fait apparaître que les dépôts, d'ailleurs emboîtés dans la terrasse aïdienne et parfois même dans les formations hamadiennes, semblaient devoir être datées du Mazzérien. Pour J. CHAVAILLON (*loc. cit.*), ces derniers résultent du transport d'un matériel essentiellement sableux, emprunté à la terrasse aïdienne par de petits oueds affluents de la Saoura, ou encore proviennent de l'extension de lacs en bordure de celle-ci. Melle ALIMEN (communication orale), au regard de la similitude stratigraphique nettement apparente au sein des dépôts observés de façon détaillée par J. CHAVAILLON en divers

points de leur extension, entre le Foug el Aribi et le Foug Tamtert notamment, a suggéré que ces derniers traduisent plutôt l'existence d'écoulements longitudinaux, plus ou moins diffus, appartenant au cours latéral d'une Saoura qui, bien qu'elle fut déjà canalisée au Mazzérien, présentait un très large thalweg comme l'ont montré les dépôts étudiés à Mazzer. Toutefois ultérieurement, G. CONRAD (1959, p. 262) a pensé devoir leur attribuer un âge beaucoup plus récent (Pléistocène supérieur). L'auteur interprète très différemment la stratigraphie et fonde son affirmation sur deux mesures d'âge radiométrique.

Nous ne pouvons suivre G. CONRAD dans le parti qu'il a pris de faire abstraction d'observations d'ordre préhistorique qui constituent un argument de valeur incontestable et de considérer comme suffisamment significative des mesures isotopiques effectuées d'une part sur un sédiment ayant subi une pédogénèse, raison pour laquelle l'âge mesuré ne traduit pas forcément celui du dépôt, d'autre part sur un échantillon qui peut très bien refléter l'extension plus tardive, au Quaternaire récent, de formations lacustres surimposées à la topographie dessinée au sein des dépôts mazzériens. Nous pensons qu'il convient ici de rapporter, à la suite de J. CHAVAILLON (*loc. cit.*), la majorité du moins des dépôts sableux et calcaréo-sableux du "rokna" de Tamtert au Mazzérien.

La coupe schématique que présente la figure 26, relevée par Melle ALIMEN entre le Foug de Tamtert et les plus hautes du fond du "rokna", à proximité de l'Erg, correspond approximativement à une distance de 1 km. Un très grand nombre de prélèvements y ont été effectués, mais la difficulté que nous avons rencontrée à obtenir des cotes stables, donc valables, un jour de vent de sable, nous a amenée à nous limiter à l'étude palynologique de 7 d'entre eux, situés sur le profil figuré.

A partir du fond du "rokna" et ainsi, à partir du sommet des formations étudiées, nous avons relevé la série stratigraphique suivante :

- une grande butte haute d'environ 6 m, couronnée d'une croûte scoriacée; le prélèvement 7 est issu du tiers supérieur de cette formation assez homogène, sableuse, de couleur jaune clair.

- en quittant le fond du "rokna", le prélèvement 6 a été effectué dans une petite butte de sable brun-clair, reposant sur un niveau calcaréo-sableux dont est issu le prélèvement 5.
- sous-jacente au niveau calcaréo-sableux précédent, une couche de sable brun a fourni le prélèvement 4.
- puis une assez épaisse formation calcaréo-sableuse a été échantillonnée en 2 points : à sa surface, localement consolidée, prenant alors un aspect de tuf à végétaux, caverneux (prélèvement 3) et au sein même du niveau (prélèvement 2).
- enfin, au contact du substratum primaire d'ailleurs localement recouvert par une phragmitaie sacurienne du Quaternaire récent, un niveau de sable blanc, parfois grésifié, a été échantillonné (prélèvement 1). En ce point, on se trouve à l'entrée même du "rokna", au Foun de Tamtert.

De l'ensemble des prélèvements ont été traitées des quantités variant de 250 à 300 gr. Les résultats numériques des analyses se sont montrés très inégaux et la composition même des flores polliniques déterminées ne manque pas de poser problème suivant les échantillons envisagés (tab. XIII).

COMPOSITION DES FLORES POLLINIQUES ANALYSEES. ESSAI D'INTERPRETATION.

Les diverses flores polliniques analysées seront étudiées selon un processus un peu différent de la démarche habituelle, quelques remarques préliminaires s'imposant, tant du point de vue quantitatif que du point de vue qualitatif, à la suite desquelles nous verrons que l'intérêt de cette série d'analyses repose finalement sur un très petit nombre de niveaux.

1) Remarques préliminaires.

Un rapide coup d'oeil jeté sur l'ensemble des résultats numériques laisse l'impression d'analyses assez satisfaisantes; or, si nous détaillons la composition des diverses microflore, compte tenu des observations faites sur les pollens déterminés, il est évident que :

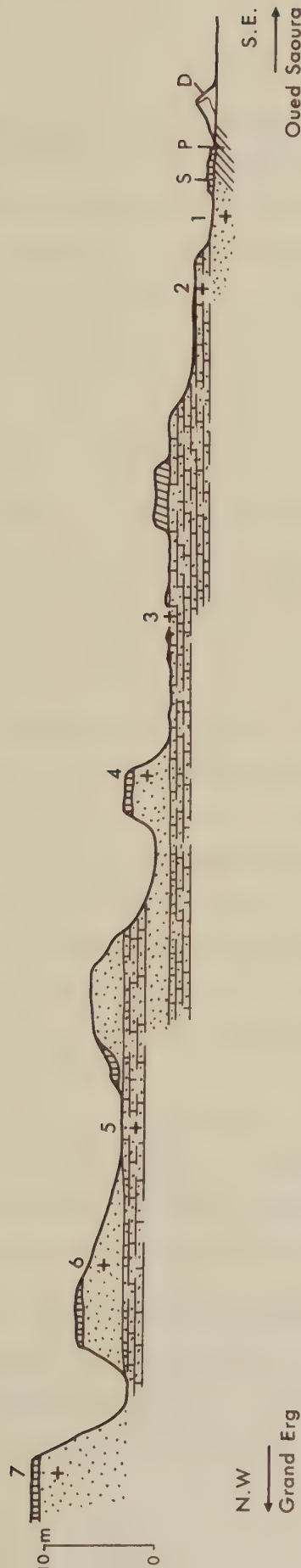


Fig. 26 - Coupe à travers le "rokna" de Tamtert, à partir du "Foum de Tamtert" (à droite) en se dirigeant vers les grandes buttes du fond (à gauche) (l'échelle horizontale n'a pu être respectée : la coupe représente approximativement une distance de 1 km du NW au SE).

I : sables blancs, par endroits grésifiés - 2 : calcaires très sableux plus ou moins blancs ou gris, localement consolidés en surface (3) - 4 : sable brun - 5 : calcaires sableux gris-clair - 6 : sable brun-clair - 7 : sable clair jaunâtre - S : phragmitaie saourienne - P : substratum paléozoïque - D : petites dunes à l'entrée du "foum".

a) en 1, 2 et 5, échantillons sableux pour le premier et calcaréo-sableux pour les deux autres, la microflore est quasi-exclusivement composée de pollens de *Pinus* : pollens extrêmement altérés au point que nous les avons classés dans une catégorie à part. Ces pollens, le plus souvent à l'état squelettique, n'ont permis aucune observation au niveau des coupes optiques des ballonnets. Par ailleurs, nous avons noté à propos de l'échantillon 2 que le nombre de pollens de *Pinus* comptés était sûrement sous-estimé, tant ceux-ci étaient difficilement repérables dans les montages, c'est dire leur état de conservation.

Par ailleurs a été noté également le très mauvais état des pollens de *Typha*, ici groupés en tétrades, donc du type "*T. latifolia*", alors que les pollens isolés, habituellement présents dans les analyses, ont été rapportés à *T. angustifolia*, seule espèce actuellement présente au Sahara, quoique de façon rarissime.

De la même façon le pollen d'*Ulmus* (en 1) n'a pu être déterminé que grâce à ses caractéristiques morphologiques, ici à peine discernables, qui permettent de l'identifier (à moins qu'il s'agisse de *Zelkova* ?).

b) en 6 et 7 (principalement en 6), échantillons sableux, l'apparente richesse du milieu du point de vue pollinique est due à la surabondance des pollens de *Paronychia arabica*, qui se présentent rarement isolément, mais le plus souvent par groupes rassemblant de nombreux individus. Les données numériques correspondent ici respectivement à 210 et 79 pollens et principalement "groupes de pollens".

c) en 3 et 4 apparaissent les seules microflores dont la diversité de composition, ainsi que le nombre de pollens comptés, semblent pouvoir fournir des renseignements valables reflétant un aspect de la végétation que l'on est autorisé à penser à peu près fidèle à la réalité.

2) Essai d'interprétation des diverses microflores analysées.

a) quant aux échantillons 1, 2 et 5, correspondant à des sables à caractère fluviatile prononcé (1) ou à des calcaires sableux marquant un régime déjà plus ou moins lacustre (2 et 5), on est fortement tenté

de penser que ces pollens de *Pinus*, spécifiquement indéterminables parce qu'à ce point altérés, ne peuvent traduire qu'un apport plus ou moins lointain. Dans cette région couverte de sédiments ruisselés par d'éventuels petits oueds affluents ou par la Saoura elle-même, comment peut-on expliquer cet apport ? Peut-on imaginer un afflux massif, par le vent, de pollens de *Pinus* d'origine atlasique, analogue à ces "pluies de soufre" que connaît le Sud-Ouest français à proximité des pinèdes landaises ? Mais l'état d'altération très accentué de ces pollens ainsi que des tétrades de *Typha* ou du pollen d'*Ulmus*, ne traduit-il pas plutôt un apport par les eaux de ruissellement venues des régions septentrionales ou peut-être un remaniement de terrains plus anciens ? On a vu la relative abondance des pollens de *Pinus* à Mazzer dans certains niveaux d'âge aïdien. Par contre cette observation ne s'est pas trouvée renouvelée dans les sédiments mazzériens de cette même région, d'après la précédente analyse. *A priori*, il semble à peu près exclu que l'on puisse envisager que ces pollens soient *in situ* et que leur état de conservation ne résulte que de conditions défavorables du milieu; il faudrait alors penser que, devenus indéterminables spécifiquement à la suite d'une altération analogue à celle évoquée au chapitre IX (p. 187), ces pollens représentent *Pinus cf halepensis*. Mais ne trouverait-on pas alors une microflore associée composée d'éléments dénotant un caractère semi-désertique des conditions climatiques ? Notons que dans l'échantillon 5, un seul de ces pollens a été reconnu comme appartenant sûrement à *P. cf. halepensis* (pl. XIX, figures 18-20), mais le pollen en question, assez bien conservé, peut tout à fait traduire un apport par le vent depuis quelque îlot de végétation peu éloigné de la région envisagée, où l'espèce serait effectivement présente.

Si donc on est amené à exclure des microflores analysées en 1, 2 et 5, la grande majorité des pollens, appartenant au genre *Pinus*, auxquels il faut probablement associer les tétrades de *Typha* et le pollen d'*Ulmus*, il va de soi que la présence d'*Alnus* est également mise en question et que ces échantillons deviennent quasiment stériles. Cet essai d'interprétation ne doit pas pour autant conduire à exclure toute végétation

	1 s.	2 C.S.	3 C.S.	4 s.	5 C.S.	6 s.	7 s.
<u>Eléments d'origine tropicale :</u>							
<i>Acacia</i> (gr. des "gommières")			1				
<i>Cassia</i> (2 esp. ?)			9				
<i>Combretum</i> (Combretacées)			2				
<i>Anogeissus</i> (Combretacées)			5				
<i>Commicarpus</i> (Nyctaginacées)			1				
<i>Argania</i> (Sapotacées)			6				
<u>Eléments d'origine mésogéenne :</u>							
- à caractère indéterminé :							
<i>Pinus</i> (esp. indéterminables)	63	128	25		37		2
- à caractère tempéré :							
<i>Alnus</i>	1						
<i>Ulmus</i>	1						
- à caractère méditerranéen s.s.							
<i>Cedrus cf. atlantica</i>			3				
<i>Pinus cf. halepensis</i>			10		1		2
<i>Juniperus cf. oxycedrus</i>			2				
<i>Quercus</i> type "ilex"			14			1	
autres <i>Quercus</i>			9				
<i>Olea cf. europea</i>			13				
<i>Pistacia cf. atlantica</i>			1				
<i>Erica arborea</i>			1				
<i>Myrtus communis</i>			1				
<i>Vitis cf. vinifera</i>			2				
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :							
<i>Ephedra cf. alata</i>	2	6	297	6		10	3
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	1		6	58	1		1
autres Chénopodiacées (<i>Cornulaca p.p.</i>)			45				
Composées tubuliflores			72	8			14
Composées liguliflores			10	3			
<i>Artemisia</i> (Composée)	2	1	66	1	1	4	1
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)			4				
Graminées	2	1	119	13			26
<i>Paronychia arabica</i> (groupes de pollens)			34	7		>210	>79
autres Caryophyllacées (pollens polyporés)			11	6			
Ombellifères (plusieurs espèces)			19	124			
<i>Euphorbia</i> sp?			8				
<i>Calligonum</i> (Polygonacées)			9	4			
<i>Rumex</i> (Polygonacées)		1		1			1
<i>Plantago</i>			14				
<i>Fagonia</i> (Zygophyllacées)				35			
Crucifères		1	5	53		4	
<i>Asphodelus</i> sp. (Liliacées)				1			
Papilionacées			2				
<i>Tribulus</i> (Zygophyllacées)			1				
cf. Résédacées			1				
cf. Primulacées				2			
<u>Espèces à caractère hygrophile :</u>							
<i>Tamarix</i>				3			
Cypéracées			7				
<i>Typha latifolia</i>	10						
spore de Ptéridophyte			1		1		
Indéterminés			1	1			1
Indéterminables	1	1	52	25	2	5	
<u>Nombre de pollens comptés</u>	83	139	880	364	43	24 + 210 +	51 + 79 +
% des éléments d'origine tropicale	-	-	≈ 3%	-		-	-
% des éléments à caractère tempéré	+	?	-	-		-	-
% des éléments à caractère médit. s.s.	-	?	≈ 6,5%	-		+	+

Tableau XIII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations fluvio-lacustres mezzériennes sédimentées dans le "rokna" de Tamtert.

en cette région à l'époque du dépôt des sédiments concernés, végétation dont nous ne pouvons toutefois absolument rien présumer. Il fallait seulement mettre en évidence le problème posé par la représentation aussi conséquente des pollens de *Pinus* dont il est malaisé de déterminer l'origine.

b) quant aux échantillons 6 et 7, la sur-représentation des pollens de *Paronychia arabica* ne doit pas masquer la pauvreté par ailleurs évidente des sédiments. *Ephedra cf. alata* (en 6), Composées et Graminées (en 7), sont les genres ou familles les mieux représentés. De fait, en échantillonnant la plus haute butte dont a été retenu le seul prélèvement 7, il nous a semblé être en présence d'une petite dune fossilisée, au regard de l'homogénéité et de la couleur du sable dans toute l'épaisseur de la coupe. Probablement des formations éoliennes s'avançaient déjà sur le cours même de la Saoura. L'abondance des pollens de *Paronychia*, remarquable à la fois en deux échantillons marquant des moments distincts au cours de la sédimentation, ne peut être le seul fait, déjà observé, de la fossilisation d'une fleur ou d'une anthère, voire même d'un individu de cette plante fournissant localement des pollens en quantité anormale. Il est vraisemblable que cette Caryophyllacée désertique, quoique méditerranéo-saharienne pour P. QUEZEL (1965), préférentielle des regs où elle trouve un peu d'eau, était largement répandue sous un régime peut-être sub-aride. En effet la représentation des éléments à caractère méditerranéen s.s. est extrêmement pauvre et limitée au très faible nombre des pollens de *Quercus* type "*ilex*" et *Pinus cf. halepensis* dont il paraît raisonnable de penser qu'ils ne correspondent pas à des éléments *in situ*.

c) quant aux échantillons 3 et 4 enfin, il s'impose d'en étudier la microflore séparément.

La flore pollinique analysée en 3 est extrêmement intéressante tant numériquement (880 pollens comptés) que qualitativement. Il est tout à fait frappant d'y voir apparaître la juxtaposition de tous les éléments à partir desquels il est possible de reconstituer ce contexte semi-aride souvent discerné à travers les analyses.

- le groupe d'éléments d'origine tropicale (approximativement 3% de la microflore) rassemble des essences qui nous sont maintenant familières : *Acacia* (du groupe des "gommières"), *Cassia* (2 esp. probablement, discernables par la différence de taille assez notable entre les pollens), *Combretum* et *Anogeissus*, *Argania* et enfin un élément nouveau, *Commicarpus*, dont une espèce vit actuellement au Sahara central et méridional comme une essence à caractère subtropical : *Commicarpus verticillata* (= *Boerhavia verticillata*) Nous l'avons déterminé comme un pollen de *Commicarpus* et non de *Boerhavia* en nous référant aux discriminations établies à partir de critères bien précis (épaisseur de l'ectexine et de l'endexine, forme et longueur des épines) donnés par M. VAN CAMPO (1958, pl. 36-37). Mais il n'est pas exclu qu'une synonymie, qui semble se préciser actuellement entre les deux dénominations génériques, amène à transformer les critères de détermination de genres, en critères de distinction d'espèces, auquel cas le pollen fossile en question pourrait porter ici un nom erroné.

- nous remarquons dans cette microflore un nombre non négligeable de ces pollens de *Pinus* dont il a été longuement question précédemment.

- le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. (6,5%) compte des pollens de *Cedrus cf. atlantica* et de *Quercus* sans doute allochtones, mais également un ensemble cohérent de pollens d'espèces qui ont probablement coexisté avec les essences précédentes d'origine tropicale; ce sont : *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Pistacia cf. atlantica* auprès desquelles *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Vitis cf. vinifera* devaient être plus précisément installés au bord des eaux.

- enfin, le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen est tout à fait varié spécifiquement, rassemblant 34% de pollens d'*Ephedra cf. alata*, une quantité notable de pollens de *Cornulaca* 12% de Graminées, 17% de Composées, parmi lesquelles 8% représentent le genre *Artemisia*. Plusieurs espèces d'Ombellifères confèrent à cette microflore une nuance méditerranéenne. Par ailleurs, des Cypéracées et une spore

de Ptéridophyte attestent d'une humidité au moins locale. Il faut remarquer la très faible importance des Chénopodiacées halophiles qui témoigne du caractère *a priori* non évaporitique du milieu.

En conclusion de cette analyse de l'échantillon 3, on rappellera les caractères pétrographiques du sédiment étudié : calcaire sableux consolidé, caverneux, ayant l'aspect d'un tuf à végétaux encroûtant localement le niveau calcaréo-sableux dont a été extrait l'échantillon 2, reconnu comme étant quasi-stérile en pollens. Très probablement cet aspect de tuf à végétaux correspond à une phase d'émersion intervenue dans la sédimentation ou du moins à une période de sédimentation en eaux calmes très superficielles où la pluie pollinique se serait déposée sans être entraînée par des écoulements. Nous n'avons pu malheureusement contrôler si ce faciès consolidé se prolongeait bien sous le niveau sableux sus-jacent, auquel cas la microflore traduirait un épisode nettement semi-aride au coeur de la sédimentation dont nous venons d'examiner différents témoins assez peu "parlants" du point de vue paléoclimatique. Si cette croûte à aspect de tuf ne se retrouve pas sous les sables sus-jacents, cela pourrait signifier qu'elle résulte d'un épisode sédimentaire ultérieur, étranger à la série des diverses phases reconnues dans la sédimentation mazzérienne du "rokna". Cependant, pour des raisons que nous expliciterons plus tard dans ce mémoire, nous sommes très engagée à voir dans la microflore ici décelée, un ensemble d'éléments pour la plupart *in situ*, caractérisant un épisode sûrement semi-aride. Disons seulement, sans anticiper davantage sur les résultats des analyses à venir, que la microflore, en 3, reflète la présence d'un groupe d'éléments sahéliens sub-tropicaux trop cohérent pour ne pas être en place et que cela même serait un argument en faveur de l'âge mazzérien de la sédimentation dans le "rokna". Il est très possible en effet que l'aspect de croûte ou de tuf n'ait été acquis que postérieurement à la reprise par l'érosion des formations mazzériennes, et qu'il ne s'agisse alors que d'une évolution pédologique d'un sédiment mis en place au Mazzérien, de même que la microflore qu'il contient. On peut également penser qu'au cours de cette évolution tardive, à l'air libre ou éventuel-

lement sous une très faible épaisseur d'eau, une végétation se soit implantée sur le sédiment mazzérien et qu'ainsi, la microflore reflète un mélange de pollens datant du Mazzérien et d'autres liés à la flore d'une époque plus récente correspondant à la transformation du sédiment. Nous continuons de penser que, dans cette éventualité, les pollens d'origine tropicale sont issus d'espèces présentes au Mazzérien. Bien entendu, nous n'avancons cette hypothèse qu'avec la réserve que demande tout raisonnement fondé sur un très petit nombre d'arguments capables de l'appuyer. La stratigraphie de ces formations fluvio-lacustres qui occupent les divers "rokna" connus le long de la Saoura, à la lisière de l'Erg, est complexe, car ces dépôts ont été ultérieurement disséqués par l'érosion qui n'a préservé que des témoins dispersés sur de vastes surfaces et entre lesquels il est délicat d'établir des corrélations altitudinales précises. Seuls des sondages au niveau des dépôts marquant le maximum d'épaisseur, puis de proche en proche jusqu'aux points d'altitude minimale, seraient susceptibles d'apporter un éclairage sur la stratigraphie réelle et le mode de sédimentation des formations mazzériennes et de leurs éventuelles relations avec des niveaux surimposés plus récents.

La flore pollinique analysée en 4 (364 pollens), échantillon issu de la strate sableuse sus-jacente au précédent niveau, est tout à fait frappante puisqu'elle se réduit à la présence du groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen. *A priori*, l'absence totale d'éléments d'origine tropicale ou à caractère méditerranéen s.s. ferait penser à un milieu franchement désertique. Si l'on examine la composition de la microflore par ailleurs assez diversifiée spécifiquement, on remarque, en dépit du caractère pétrographique du dépôt, l'infime développement des espèces psammophiles. Les familles ou genres dominants sont : les Umbellifères (34%), traduisant la nuance méditerranéenne de cette flore steppique, les Crucifères et les Chénopodiacées halophiles (16%), enfin le genre *Fagonia* (9%) spécifiquement indéterminé, dont la majorité des espèces actuelles sont typiquement sahariennes, quelques-unes saharo-méditerranéennes. Le genre *Tamarix* est également présent.

De cette analyse de l'échantillon 4, il ressort des informations fondées sur un nombre suffisant de pollens pour que l'on puisse conclure à un épisode sub-aride et non aride semble-t-il, en raison de l'importance prise par les Ombellifères. C'est ici une phase bien caractérisée dans la sédimentation que l'on pense mazzérienne.

Peut-on, à la suite de l'analyse de l'échantillon 3, conclure à une évolution évidente des conditions climatiques, manifestée par la modification même de la composition des microflores analysées en 3 et 4, en ce moment précis où, au cours de la sédimentation, l'on passe d'un niveau calcaréo-sableux à un niveau nettement sableux traduisant un changement du régime sédimentaire ? Nous pensons qu'il faut accepter d'en formuler l'hypothèse, en raison même de la présence, dans la microflore de l'échantillon 3, du groupe des espèces sahéliennes, comme nous l'avons explicité précédemment.

En conclusion de ces quelques réflexions, suscitées par la comparaison des diverses microflores correspondant à chacun des épisodes étudiés dans la sédimentation que nous pensons pouvoir être mazzérienne, compte tenu des problèmes posés par la surabondance aberrante des pollens de *Pinus*, il semble que, dans l'état actuel de nos observations, nous puissions caractériser les conditions climatiques auxquelles correspondent les échantillons 4, 6, 7, dont les microflores sont numériquement valables, d'une nuance générale sub-aride. Une phase nettement semi-aride apparaît au niveau de la croûte dont est issu l'échantillon 3. Nous avons admis la possibilité de son intervention dans la succession même des divers épisodes auxquels correspondent chacun des faciès étudiés, cette possibilité étant fondée sur la composition de la microflore analysée, avec toute la prudence que nous avons exprimée.

D - FORMATIONS MAZZERIENNES D'EL GOUIRA (PIEDMONT D'OUGARTA)

A peine une dizaine de kilomètres au Nord de l'oasis d'Ougarta, la région d'El Gouira fait partie d'une vaste cuvette sédimentaire étendue entre la bordure nord des djebels d'Ougarta et la falaise hamadienne méridionale (pl. VII, figure 2). Cette dépression devint dès l'Aïdien, puis au cours du Mazzérien le lieu de dépôt d'une série sédimentaire dont l'ensemble atteint une puissance de 10 à 15 mètres. La stratigraphie de ces formations, caractérisée par l'intrication de faciès d'origine différente fut signalée pour la première fois par H. ALIMEN (1952), puis reprise par J. CHAVAILLON (1964). Ce dernier auteur précisa, à la suite d'une étude détaillée de plusieurs coupes en cette région (El Gouira, Oum Bouraï, Kheneg ed Dol) qu'elles représentaient une sorte de coupe-type réunissant les différents faciès (fluviatile, fluvio-lacustre, conglo-mératique intradjebeliens) reconnus séparément en des points géographiquement distants, ce qui lui permit d'établir une corrélation entre les subdivisions du Mazzérien repérées dans les coupes représentatives de chacun des précédents faciès. En effet, la proximité des djebels et de la Hamada du Guir est telle que peut s'expliquer, sous un certain climat, l'installation d'un régime fluviatile en cette région qui devint, en d'autres périodes au cours du Mazzérien, une immense sebkha ou un vaste lac, comme le montrent si nettement les analyses stratigraphiques et pétrographiques. Les dépôts mazzériens furent, à la suite du Quaternaire ancien, l'objet de phénomènes d'érosion qui déterminèrent, dans la région que concerne notre étude, la topographie en petites buttes caractéristique de la bordure du plateau d'El Gouira.

La stratigraphie de la série sédimentaire d'El Gouira a été observée en deux points situés à faible distance l'un de l'autre. Nous avons dressé une coupe théorique (figure 27) qui montre les formations mazzériennes (5 à 6 m en cet endroit) ravinant le sommet de dépôts d'âge aïdien (2 m environ de formations sableuses, légèrement versicolores, plus ou moins grésifiées, à aspect de "torba" parcourue de veines gypseuses, reposant au

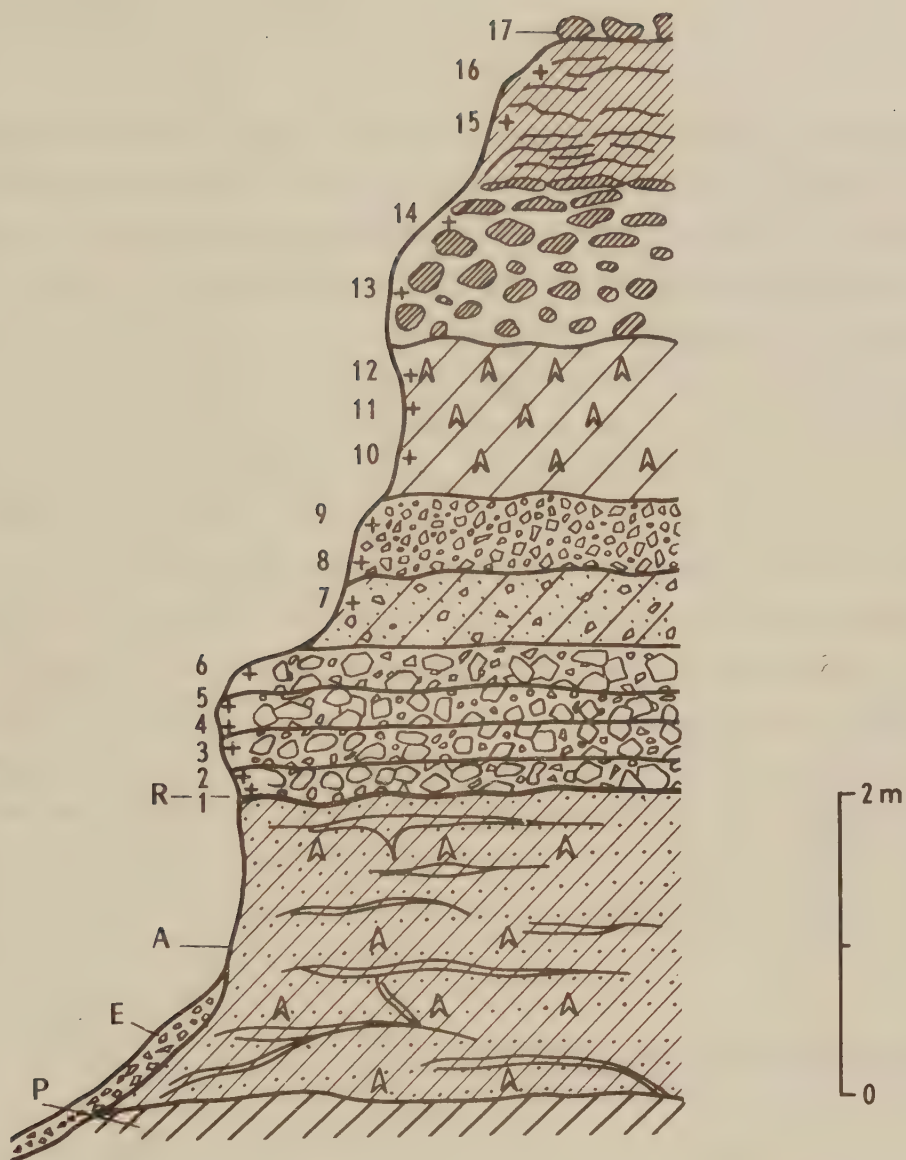


Fig. 27 Coupe théorique dans les formations mazzériennes d'El Gouira (piedmont d'Ougarta)

E : éboulis

A : formations sableuses grésifiées imprégnées de gypse avec veines plus nettement gypseuses (Aïdien)

R : ravinement au sommet de l'Aïdien

1 à 6 : conglomérat légèrement versicolore, à galets moyens dans un ciment gypseux - 7 : sables à concrétions grésogypseuses et petits cailloux - 8, 9 : conglomérat à petits galets - 10, 11, 12 : lits grésogypseux blancs - 13 : niveaux de boules gréseuses surmonté de plaquettes grésifiées - 14, 15, 16 : banc grésocalcaire brun-rose - 17 : reg d'éclatement.

P : Paléozoïque

contact du Primaire). Nous nous limiterons ici à définir très brièvement la série sédimentaire qui se trouve détaillée dans la légende de la figure 27 : au-dessus du conglomérat marquant le début de la sédimentation post-aïdienne, se succèdent des sables, à concrétions gréseuses, un niveau conglomératique à petits cailloux, puis des formations gréso-gypseuses, des sables consolidés en plaquettes gréseuses, enfin un banc gréso-calcaire qui couronne le plateau et les buttes d'El Gouira et qui correspondrait à une phase lacustre marquant la fin de la sédimentation mazzérienne (J. CHAVAILLON, 1964). La brièveté de cette énumération est due au fait que, sur le grand nombre des prélèvements effectués dans l'ensemble de ces formations, la majorité se sont révélés stériles en pollens après traitement de quantités importantes de sédiment. Ceci s'explique très probablement par l'abondance du gypse qui imprègne l'ensemble des dépôts villafranchiens d'El Gouira (des analyses faites à partir de prélèvements dans l'Aïdien ont aussi été négatives). Toutefois deux échantillons issus du niveau gréso-calcaire supérieur (15 et 16) ont livré un petit nombre de pollens. Ce banc gréseux à son sommet est éclaté en reg dont un échantillon également (17) a permis une analyse.

COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE. ESSAI D'INTERPRETATION.

Les quantités de sédiment traitées sont inégales (230 à 320 g). Il semble que le caractère pétrographique homogène de la formation sommitale d'El Gouira autorise à considérer globalement la composition de la flore pollinique qui, par ailleurs, est tout à fait irrégulièrement répartie au cours de la sédimentation, comme en témoignent les quantités de pollens comptés en 15, 16 et 17 : respectivement 28, 108 et 86 pollens. Il est bien évident que le prélèvement 17, quoique recueilli comme un échantillon du reg de surface, ne doit pas être séparé du banc gréseux sous-jacent dont il est issu. Il ne faut, ici encore, perdre de vue que nous sommes en présence d'un niveau consolidé à la suite d'une évolution pédologique postérieure à son dépôt et qu'en sa surface, il est toujours

possible qu'au cours même de cette évolution, le sédiment ait subi quelque contamination par des pollens issus de la végétation contemporaine de la pédogenèse. Ceci pourrait intervenir éventuellement au niveau le plus superficiel que représente le reg, donc de l'échantillon 17. De toutes façons, nous l'avons vu, cette éventuelle fraction de pollens étrangers à la microflore en place reste impossible à apprécier : c'est ici l'une des limites de l'analyse pollinique, à laquelle on se heurte dès que l'on aborde un sédiment superficiel. C'est pourquoi, tout en adoptant de faire un examen global des microflores analysées, nous n'irons pas jusqu'à en additionner les données numériques, au risque d'en conclure des pourcentages de représentation des différents éléments, entachés d'erreurs.

Telle qu'elle apparaît dans les trois analyses en présence (tab. XIV), la microflore conservée dans le banc grésocalcaire suggère :

1) la persistance de quelques espèces d'origine tropicale (4,5% en 16), très probablement installées dans les Monts d'Ougarta et dont les pollens se sont sédimentés dans les eaux lacustres de leur piedmont. Ce petit groupe rassemble :

- *Cassia*, représenté par un pollen qui n'appartient à aucune des deux espèces encore présentes au Sahara central et méridional). Ce dernier mesure 30 μ (pl. XVIII, figures 3-4) et présente une exine assez épaisse, verruqueuse, et apparemment infrastructurée; les sillons ne portent pas de granulations. Comparé aux pollens d'une dizaine d'espèces d'origines diverses, il présente des affinités avec les pollens de *Cassia obtusifolia*, espèce que nous n'avons pas vue nommée en Afrique occidentale et qui semble localisée en Afrique orientale dont est issu, d'ailleurs, l'échantillon actuel que nous avons pris comme terme de comparaison. Cependant, faute de pollens de référence plus nombreux d'espèces ouest-africaines, nous ne citons cette dernière qu'à titre indicatif, sans en tirer aucun élément d'interprétation.

- *Anogeissus* (pl. XVIII, figures 17-18) et *Combretum* sont également présents, mais aussi un pollen à propos duquel nous avons hésité à nous

Eléments d'origine tropicale :

Cassia sp. (Césalpiniacées)
Anogeissus (Combrétacées)
Combretum (Combrétacées)
 Combrétacée ? Mélastomatacées ?
Argania (dont 1 pollen : cf. *Argania*)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Conifère bi-ailé indéterminable

- à caractère tempéré :

Taxus

- à caractère méditerranéen s.s.

Cedrus atlantica
 Cupressacées
Quercus type "*ilex*"
 autres *Quercus*
Olea cf. *europaea*

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ziziphus lotus
Ephedra cf. *alata*
 Chénopodiacees type "*Atriplex*"
Cornulaca (Chénopodiacees)
 Composées tubuliflores
 Composées liguliflores
Artemisia (Composée)
Centaurea (Composée)
 Graminées
Helianthemum (Cistacées)
Paronychia arabica (Caryophyllacées)
Sclerocephalus arabicus (Caryophyllacées)
 Umbellifères
Cyperus conglomeratus
Calligonum (Polygonacées)
Rumex (Polygonacées)
 Crucifères
Plantago
 Papilionacées

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale
 % des éléments à caractère tempéré
 % des éléments à caractère méditerranéen s.s.

15	16	17
1	1	
1	1	
	3	
1		
		1
	1	
		1
		1
		2
		1
1	1	1
4	23	17
3	10	8
		2
3	8	5
	1	
2	9	13
		2
2	17	8
	1	
1	4	9
		2
	4	1
	1	
		1
		1
	4	1
1	2	2
		1
8	17	5
28	108	86
	4,5%	
	-	
	+	

Tableau XIV. Composition de la flore pollinique déterminée dans le banc grésocalcaire marquant la fin de la sédimentation mazzérienne à El Gouira (piedmont d'Ougarta).

prononcer en faveur d'une espèce parmi les Combrétacées plutôt que parmi les Mélastomatacées (pl. XVIII, figures 17-18). Cette incertitude laisse dans le doute quant à la signification écologique du genre représenté.

- *Argania* enfin, est associé à ce groupe malgré ses caractères biologiques méditerranéens, souvent rappelés antérieurement. La détermination de l'un des pollens est moins sûrement acquise que celle des deux autres (pl. XVIII, figure 5).

Remarquons seulement que l'ensemble de ces espèces ont été reconnues en 15 et 16 et qu'aucune d'elles ne figure plus dans la microflore de l'échantillon 17.

2 - la persistance également d'un petit groupe d'éléments à caractère méditerranéen s.s. qui, par contre, ne se trouve que dans l'échantillon 17 où il est caractérisé par des pollens de Cupressacées, *Quercus* type "*ilex*", *Olea* cf. *europaea*. Le pollen de *Cedrus atlantica* en 16, doit être probablement considéré comme un individu allochtone, de même que celui de *Taxus* (pl. XVIII, figures 1-2 et 20). Il faut envisager pour ces pollens un apport très probable par le vent, puisque la dépression du piedmont d'Ougarta n'est que tout à fait indirectement liée au régime fluviatile de la Saoura.

Si donc on prend le parti d'admettre que la fraction de microflore à caractère méditerranéen s.s. présente en 17, est bien contemporaine du dépôt du sédiment et non de son évolution pédologique plus tardive, on peut encore, au terme de la sédimentation mazzérienne, envisager que coexistent, dans les Monts d'Ougarta, ce petit nombre d'espèces qui y nécessitent des conditions au moins semi-arides sous lesquelles reste possible le développement des espèces à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen.

3) la dominance du groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen par le pourcentage des pollens d'espèces psammophiles certaines (20% d'*Ephedra* cf. *alata*, accompagnée de *Cornulaca*, *Calligonum* et *Cyperus conglomeratus*). Les Graminées, dont la signification

reste comme toujours méconnue, comptent pour 15% de la microflore et le caractère évaporitique de ce milieu lacustre, qui dut être à certaines époques une sorte de vaste "sebkha," apparaît à travers le pourcentage raisonnable des Chénopodiacées halophiles (9%). De fait, si nous avons attribué la stérilité des échantillons inférieurs analysés à l'imprégnation de la série stratigraphique mazzérienne par une trop grande abondance de gypse, traduisant une évaporation très prononcée du milieu de sédimentation, il est probable qu'au moment du dépôt du futur banc grésocalcaire, les phénomènes d'évaporation, liés à des températures élevées, aient perdu de leur importance.

A côté de ces essences à caractère édaphique très net, *Ziziphus lotus*, *Artemisia*, *Centaurea* (non *C. pungens*), peut-être *Helianthemum* (espèce indéterminée), les Ombellifères, apparaissent comme des espèces à caractère méditerranéen et peut-être quelques autres *taxa*, dont la détermination n'a pu être possible au-delà de la famille ou du genre. Quelques pollens d'espèces précédemment citées figurent sur la planche XVIII, hors-texte.

Conclusion.

Cet ensemble d'analyses d'une série qui, par ailleurs, présente du point de vue stratigraphique un intérêt certain est demeurée décevante. Seules nous sont données quelques indications d'une microflore contemporaine de l'épisode marquant la fin de la sédimentation mazzérienne. Dans la mesure où cette microflore, à la partie supérieure du dépôt, est bien *in situ*, on peut seulement dire que cette juxtaposition encore évidente d'éléments d'origines si diverses ne fut possible que sous un régime semi-aride, avec un minimum de pluies indispensable aux essences les plus exigeantes et qui ne défavorise pas les plus adaptées, actuellement, à la précarité d'un contexte désertique. Des conditions au moins semi-arides furent d'ailleurs sûrement nécessaires pour que se développent, dans cette cuvette du piedmont atlasique, des phénomènes de sédimentation conduisant à la mise en place de conglomérats, de niveaux sableux ultérieurement grésifiés,

à partir d'un matériel détritique qui ne pouvait lui venir que des massifs d'Ougarta eux-mêmes.

Probablement, le matériel le plus grossier était issu de phénomènes de thermoclastisme liés à des recurrences arides ou sub-arides alternant avec des périodes plus humides, semi-arides. Il est regrettable que la plus grande partie de l'échantillonnage effectué dans cette série d'El Gouira se soit montrée stérile en pollens et ne permette ainsi de retrouver quelques-unes de ces oscillations qui ont déterminé les divers faciès sédimentaires observés.

E - LE CONGLOMERAT MAZZERIEN DU FOUM MAROUGA

Dans la première partie de ce chapitre, l'étude palynologique des dépôts aïdiens nous a amenée à signaler près du Fout Marouga, la présence d'un conglomérat d'âge mazzérien recouvrant ces formations à la suite de phénomènes de ravinement qui n'ont que partiellement respecté, en cet endroit, le niveau brun-rouge à nodules. (figure 24) (pl. VI, figure 3).

Un échantillon a été prélevé dans le ciment de ce conglomérat dont l'épaisseur atteint un peu plus d'un mètre (prélèvement 8). L'analyse du sédiment traité (270 gr.) a permis de compter 477 pollens dont l'état de conservation est en général assez mauvais, bien que le pourcentage des indéterminables n'en soit pas pour autant très élevé.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Les grands traits de la composition de la flore pollinique présente dans le ciment du conglomérat sont les suivants (tab. XV) :

1) Le groupe des éléments d'origine tropicale (0,8% environ de la microflore), peut-être moins diversifié qu'à l'Aïdien, est encore représenté au Mazzérien par *Acacia* cf. *raddiana* (pollen extrêmement altéré, mais sur lequel on peut encore préciser la forme des apertures et l'épaisseur, ainsi que la structure de l'exine), *Argania* et la même espèce du genre *Olea* que celle reconnue dans les formations mazzériennes de Mazzer, dont les pollens ont été rapportés, avec la prudence exprimée, à *Olea* (cf. *chrysophylla* ?). On se rappelle de l'origine est-africaine de cette espèce.

2) Un pollen d'*Alnus* est peut-être le signe de la présence effective dans cette microflore d'un élément à caractère tempéré. Notons la quantité non négligeable des pollens de Conifères bi-aillés indéterminables que nous pensons cependant représenter le genre *Pinus* et qui sont sûrement allochtones.

3) Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. (5,6%) est caractérisé par la présence de quelques pollens allochtones de *Pinus*

Eléments d'origine tropicale :

<i>Acacia cf. raddiana</i>	1
<i>Argania</i> (Sapotacées)	1
<i>Olea</i> (cf. <i>chrysophylla</i> ?)	2

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Conifères bi-aillés indéterminables	7
-------------------------------------	---

- à caractère tempéré :

<i>Alnus</i>	1
--------------	---

- à caractère méditerranéen s.s.

<i>Pinus</i> type " <i>lariois</i> "	6
<i>Pinus cf. halepensis</i>	1
<i>Quercus</i> type " <i>ilex</i> "	4
autres <i>Quercus</i>	9
<i>Olea cf. europea</i>	5
<i>Pistacia cf. atlantica</i>	1
<i>Erica arborea</i>	1

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

<i>Ephedra cf. alata</i>	110
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	46
autres Chénopodiacées (<i>Cornulaca p.p.</i>)	18
Composées tubuliflores	27
Composées liguliflores	3
<i>Artemisia</i> (Composées)	82
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)	21
Graminées	47
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	7
autres Caryophyllacées (pollens périporés)	2
<i>Moltkia oiliata</i> (Boraginacées)	1
<i>Calligonum</i> (Polygonacées)	3
<i>Rumex</i> (Polygonacées)	1
Ombellifères (2 espèces au moins)	17
Crucifères	12
<i>Plantago</i>	4
Géraniacées	1

Espèces à caractère hygrophile :

<i>Typha angustifolia</i>	1
Cypéracées	4

Indéterminés

7

Indéterminables

21

Nombre de pollens comptés

477

% des éléments d'origine tropicale	≈ 0,8%
% des éléments à caractère tempéré	+
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.	5,6%

Tableau XV. Composition de la flore pollinique déterminée

dans le ciment du conglomérat mazzérien du Foum Marouga.

l'Aïdien, que ce régime d'écoulements ait été le fait de pluies violentes ou d'orages sporadiques, interrompant des périodes de ruissellements plus lents qui ménageaient dans le lit de l'oued ou sur ses bordures, suffisamment de plages sableuses pour que s'y développe une végétation psamophile et, à la faveur de températures élevées entraînant une certaine évaporation, la croissance de formes halophiles dont témoigne la microflore.

Il est très intéressant de retrouver, au cours du Mazzérien à Marouga, cette espèce d'*Olea* qui nous semble devoir être actuellement est-africaine, également reconnue à Mazzer et que nous n'avons jamais rencontrée avant cette époque. A son propos a été posé le problème des caractéristiques écologiques traduisant peut-être une plus grande exigence en eau. Il est peut-être plus aisé à Marouga qu'à Mazzer d'évoquer la possibilité de conditions locales très privilégiées permettant la survie de l'espèce.

III - CONCLUSION

Toutes ces réflexions corroborent tout à fait les observations stratigraphiques et sédimentologiques. Bien entendu, le conglomérat mazzérien ravine l'ultime dépôt de la série aïdienne, mais il ne paraît pas qu'il ait pu hériter de contaminations issues du niveau brun-rouge à nodules, dont la microflore, très pauvre en pollens d'espèces méditerranéennes s.s. ou d'origine tropicale, nous a alors amenée à conclure à des conditions non éloignées de l'aridité, ne laissant subsister que quelques "gueltas" probablement en cours d'assèchement.

La microflore contenue dans la fraction analysée du ciment du conglomérat mazzérien de Marouga témoigne bien de conditions climatiques différentes, que l'on peut juger semi-arides, relictuelles certainement d'une humidité beaucoup plus accentuée lors du Pluvial, ou du moins de la période d'érosion qui précéda le dépôt de cet unique témoin, en cet endroit, de la sédimentation mazzérienne.

type "*laricio*" (pl. XIX, figures 1-2), probablement accompagnés des pollens de *Quercus* n'appartenant pas au type "*ilex*", mais également par un ensemble de pollens, homogène du point de vue écologique, témoignant de la présence possible *in situ* de *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Pistacia cf. atlantica*, *Erica arborea*.

4) C'est encore au groupe des espèces psammophiles que se rapporte le pourcentage dominant ; *Ephedra cf. alata* (23%) est accompagnée de son habituel cortège toujours faiblement représenté : *Cornulaca monacantha*, *Calligonum*, *Molukia ciliata* et peut-être l'ensemble ou une partie seulement des Graminées (10%) dont on ne sait toujours comment interpréter la présence. Cependant ici le développement du genre *Artemisia*, si l'on s'en tient au pourcentage des pollens (22%), vient concurrencer celui d'*Ephedra* donnant à la microflore, avec les pollens d'Ombellifères au moins, sa nuance méditerranéenne. Des autres familles ou genres dont les pollens ont été reconnus, on ne peut rien dire, si ce n'est que *Typha angustifolia* et des Cypéracées sont l'indice d'un milieu humide, localement du moins.

II - REFLEXIONS QUE SUGGÈRE LA COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

En présence d'une flore pollinique dont la composition vient d'être précisée, les réflexions qu'elle suggère rejoignent celles que nous avons évoquées à propos du conglomérat aïdien marquant le début de la sédimentation villafranchienne. Elle conduit à reconnaître, ici encore, la coexistence d'un petit groupe d'essences d'origine tropicale et d'autres, méditerranéennes s.s. dont on a admis qu'elles pouvaient s'accommoder d'un minimum de pluviosité annuelle correspondant à 400 mm (ou très légèrement inférieur). Nous avons reconnu que les unes et les autres espèces devaient, compte tenu de leurs nécessités hydriques, survivre sur les pentes sèches des djebels, puisque nous nous trouvons déjà dans le domaine des Monts d'Ougarta ou au contraire en bordure des eaux qui ont manifestement parcouru le "foum" pour y avoir déposé, sous un régime sans doute tumultueux, cette formation conglomératique. Il est possible, comme nous l'avons également évoqué à propos de

F - FORMATIONS MAZZERIENNES FLUVIO-LACUSTRES, NON LOIN DU PUIT D'HASSI MANDA.
(SUR LA BORDURE OCCIDENTALE DE L'ERT ER RAQUI)

Une incursion de quelques jours dans la région de Tabelbala, tout à fait occidentale par rapport au domaine prospecté jusqu'à maintenant, a permis le repérage d'un certain nombre de formations quaternaires, d'âges divers, emboîtées dans les dépôts néogènes de la Hamada de la Daoura. Quant à nos préoccupations de palynologue, c'est essentiellement aux alentours du puits d'Hassi Manda, à quelques 40 km au N-NW de Tabelbala, qu'ont été limités les points choisis pour le prélèvement des échantillons. Lorsqu'à partir du sommet de la Hamada on se dirige vers la dépression dans laquelle se situe le puits, encore fonctionnel, on reconnaît plusieurs paliers. Melle ALIMEN, à la suite de deux brèves missions de reconnaissance a pensé pouvoir rattacher les deux paliers d'altitude maximale aux phases de sédimentation aïdienne et mazzérienne (1968).

La topographie de cette région déprimée au-dessous du plateau hamadien est assez complexe, car elle est faite de petites buttes entre lesquelles il n'est pas aisé, ici encore, d'établir des corrélations altitudinales. L'une d'elles, dont la série stratigraphique est présumée d'âge mazzérien, située à l'Ouest du puits d'Hassi Manda, non loin de ce dernier fait l'objet de cette étude palynologique, qui s'est révélée du reste assez décevante. L'épaisseur de la série mazzérienne a été évaluée à 9 m au point étudié. La stratigraphie en est la suivante (figure 28) :

- une croûte scoriacée épaisse, blanche, très dure, coiffe la série (prélèvement 4).
- puis vient une strate sableuse gris clair (prélèvement 3).
- les grés sableux sous-jacents (prélèvement 2) résultent de la consolidation, à sa partie supérieure, d'un niveau de sables gris-clair.
- des calcaires sableux gris-clair forment la base de la série (prélèvement 1) ainsi que le palier d'érosion inférieur.

COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE. ESSAI D'INTERPRETATION.

La microflore résiduelle à la suite du traitement de 400 gr. de chacun des prélèvements, n'apporte de données réellement valables que dans l'échantillon 3. En effet, dans la majorité des analyses, y compris celle de ce dernier dont la richesse en pollens est par ailleurs suffisante pour palier cet inconvénient, des phénomènes de sur-représentation des pollens de certaines espèces viennent donner l'illusion d'une flore pollinique numériquement satisfaisante. C'est pourquoi nous envisagerons successivement les microflores propres à chacun des niveaux (tab. XVI) :

1) à la base de la coupe, l'échantillon 1 a livré une flore pollinique qui n'a de signification que grâce aux caractères écologiques particuliers de *Neurada procumbens*, dont 87 pollens représentent la quasi-totalité de la microflore (103 pollens). Le mauvais état de conservation de l'ensemble des pollens et de ceux de *Neurada* notamment, est remarquable et seule la morphologie assez caractéristique de ces derniers a permis, dans bien des cas, de les repérer. Dans les chapitres II et III, nous avons évoqué le genre *Neurada* au nombre des représentants érémiques de cette vieille flore archaïque de souche africaine, très anciennement répandue à travers toute l'Afrique, qu'est la *Rand-flora*. Seul *taxa* représentant actuellement la famille des Rosacées au Sahara, *Neurada procumbens* y est typiquement désertique, mais elle dépasse les limites du désert africain et se retrouve dans les régions sèches de Méditerranée orientale.

Il est remarquable que l'espèce, maintenant communément répandue sur les regs sahariens, n'ait jamais été rencontrée en aucune de nos analyses : c'est en nous éloignant du domaine plus directement concerné par notre étude que nous le trouvons pour la première fois. Ceci pourrait être retenu comme une preuve que le contexte climatique dans lequel a évolué la sédimentation des dépôts habituellement analysés a été insuffisamment sec pour favoriser le développement de *Neurada*. Ainsi dans le cas de la présente analyse, cette espèce serait significative de conditions désertiques certaines même si, à la suite d'un phénomène anormal dont nous ne savons la cause, le nombre des pollens s'est trouvé surestimé.

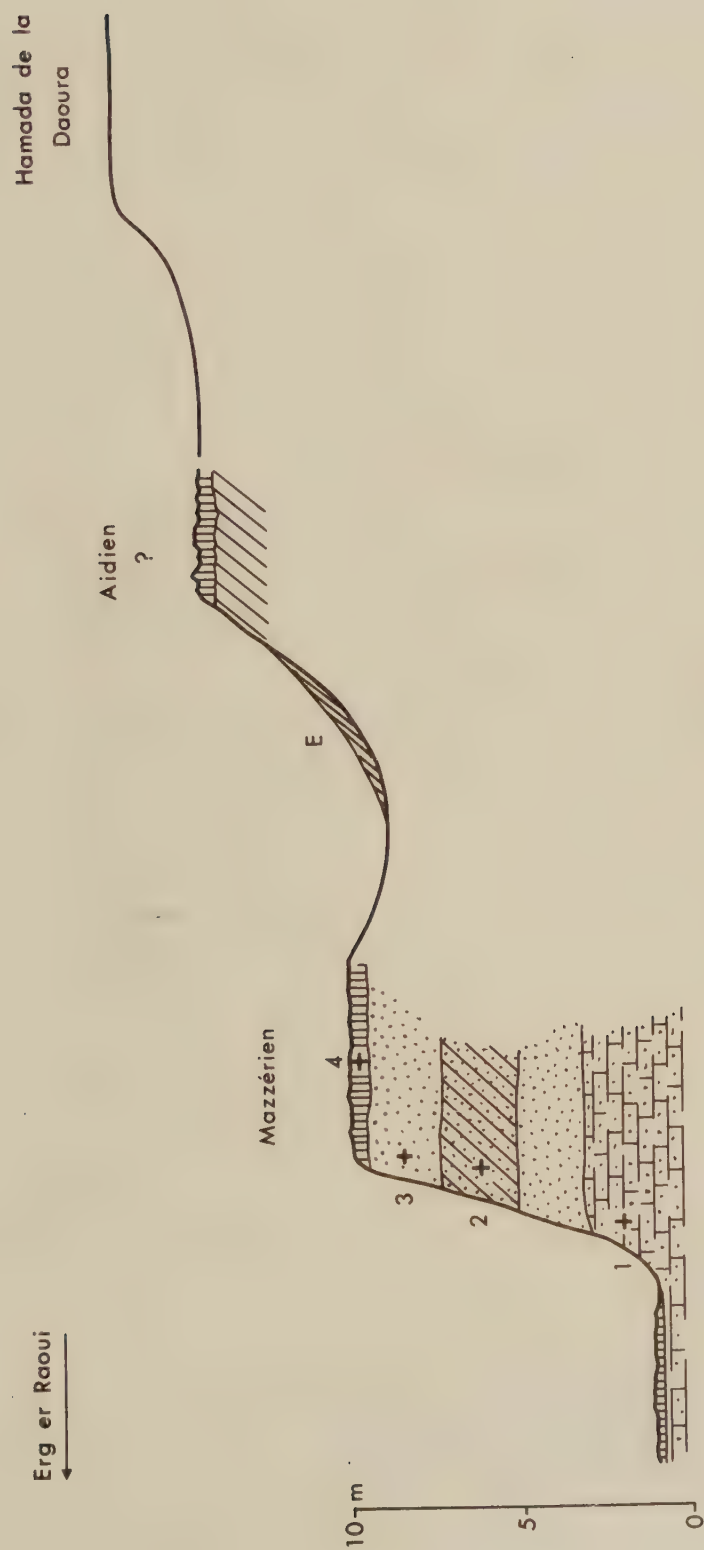


Fig. 28 - Coupe dans les formations d'âge mazzérien, non loin du puits d'Hassi Manda, en bordure de la Hamada de la Daoura et de l'Erg er Raoui (région de Tabelbala).

1 : calcaires sableux gris-clair formant la base de la série et le palier sur lequel elle repose - 2 : grès sableux généralement peu consolidé, gris-clair, surmontant des sables gris - 3 : sable gris-clair - 4 : croûte scoriacée durcie.

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère tempéré :

Ulmus

- à caractère méditerranéen s.s.

Pinus type "*laricio*"

Olea cf. europea

Erica arborea

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ephedra cf. alata

Chénopodiacées type "*Atriplex*"

Cornulaca monacantha (Chénopodiacées)

Composées tubuliflores

Composées liguliflores

Artemisia (Composées)

Centaurea (Composées)

Graminées

Helianthemum (Cistacées)

Asphodelus cf. refractus (Liliacées)

Plantago

Crucifères

Géraniacées

Boraginacées (*cf. Elizaldia* ?)

Paronychia arabica (Caryophyllacées)

Elément désertique "africain" (*Rand-flora*) :

Neurada procumbens (Rosacées)

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

+ *Paronychia arabica*

1 c.s.	2 g.s.	3 s.	4 c.
		1	
		3	
		1	
		1	
	1	7	1
1	2	13	
		3	
	2	38	
	1	27	
3	1	3	
		2	
2		48	2
		40	
		33	
		24	1
1		13	13
	2	8	
		3	
	≈ 120	≈ 7000	
67		5	
	1	4	
9	4	11	2
103	14	288	19
	+	+	
	≈ 120	≈ 7000	

Tableau XVI. Composition de la flore pollinique déterminée dans des formations d'âge mazzérien, reconnues non loin du puits d'Hassi Mande, sur la bordure occidentale de l'Erg er Raoui.

2) dans l'échantillon 2 issu de la partie grésifiée du niveau sableux sus-jacent, le nombre des pollens, qui serait insignifiant, est ici considérablement accru par la présence d'une dizaine de groupes ou fragments d'anthères de *Paronychia arabica*, rassemblant environ 120 pollens. Le caractère aberrant des résultats de l'analyse est ici manifeste : il s'agit d'une fossilisation d'une anthère probablement. La composition de la microflore reste donc sans signification très précise.

3) l'échantillon 3, dont l'analyse pollinique ne manque pas d'être surprenante, appelle plusieurs remarques :

a) l'abondance des pollens de *Paronychia* est ici tout à fait remarquable et, cette fois, les pollens sont le plus souvent dispersés isolément dans les montages, très rares sont les groupes de pollens. Il n'est pas inutile de rappeler qu'au moins un échantillon sableux mazzérien du "rokna" de Tamtert, issu de formations fluvio-lacustres analogues à celles ici concernées, s'est également montré très riche en pollens de cette espèce. Peut-être ne faut-il pas exclure l'éventualité d'un développement particulièrement important, à une certaine époque au cours du Mazzérien, de cette Caryophyllacée saharo-méditerranéenne pour P. QUEZEL (1965a), de type thérophytique, appartenant à cet "acheb" qui couvre de végétation, au moment des pluies, les sols les plus déshérités.

b) si nous cherchons à définir le caractère dominant de l'association végétale que traduit la flore pollinique, nous devons exclure l'importance habituellement prise par les espèces inféodées à des milieux particuliers : psammophytes, halophytes qui ne représentent ici qu'un très faible pourcentage de la microflore. Les Composées et les Graminées sont relativement abondantes (23 et 17% respectivement), mais nous ne savons que dire de leur signification écologique. *Helianthemum* est resté spécifiquement indéterminé, bien que nous ayons exclu la représentation éventuelle d'un certain nombre d'espèces sahariennes. Il reste cependant plusieurs espèces dont nous n'avons pu observer les pollens et leur comparer ceux ici fossilisés. *Asphodelus refractus* est une espèce saharo-méditerranéenne et,

parmi les Géraniacées et les espèces du genre *Plantago*, on compte plus de méditerranéennes que de sahariennes strictes. L'imprécision de la détermination du pollen de Boraginacée, que par ailleurs nous ne voyons pas à quel genre rattacher, empêche de conclure à la présence d'une saharo-méditerranéenne. *Centaurea* enfin est sûrement une espèce méditerranéenne, puisqu'il ne s'agit pas de *C. pungens*, seule espèce saharienne.

Il est donc difficile de définir le caractère dominant des espèces ou genres dont le groupe est qualifié de "désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen".

c) à côté du groupe précédent, un petit nombre d'espèces méditerranéennes s.s. sont représentés par leurs pollens. Seuls *Olea cf. europea* et *Erica arborea* peuvent être éventuellement imaginés *in situ*. Les pollens de *Pinus* type "*laricio*" sont allochtones indubitablement. Quant à celui d'*Ulmus* que nous avons noté comme étant très altéré, nous éprouvons quelque difficulté à en situer l'origine.

De fait, en cette région qui fut sous la dépendance de la Daoura, il manque encore d'avoir approfondi la stratigraphie qui n'est qu'à l'état d'ébauche et il manque aussi une étude sédimentologique qui, conjointement à la stratigraphie, permettrait de mieux comprendre les rapports entre ces formations, que l'on pense appartenir au Quaternaire ancien et les dépôts de la Hamada de la Daoura, dans lesquels ils sont emboîtés. Il n'est pas exclu qu'une flore comptant des espèces actuellement méditerranéennes s.s. ait occupé cette région à la faveur d'oueds venus du Nord dont le cours aurait été très étalé et diffus au Quaternaire ancien, jusqu'à atteindre le Kahal de Tabelbala.

Ces pollens d'espèces méditerranéennes (*Olea cf. europea*, *Erica arborea*), cet unique pollen d'*Ulmus*, témoignent-ils de la présence de ces espèces à l'époque envisagée, à la faveur d'écoulements même diffus, liés à la Daoura mazzérienne, ou bien de leur survie sur les pentes des Monts de Tabelbala ou du djebel Guettara par exemple, ce dernier massif étant le plus proche de la région étudiée, à la terminaison des Monts d'Ougarta.

La très faible représentation spécifique de ce groupe nous engagerait plutôt à opter, dans le contexte général, si mal connu soit-il encore, de la stratigraphie et de la pétrographie des formations telles qu'elles apparaissent sur le terrain, en faveur du caractère allochtone de ces quelques pollens issus, peut-être, d'apports par les ruissellements ou du ravinement de sédiments plus anciens, aldiens ou néogènes, ou de quelque autre cause insoupçonnée. Le contexte général régional est ici trop mal défini encore pour que nous puissions raisonner de la même façon que nous sommes en mesure de le faire dans la Saoura, à la lumière de documents de base, stratigraphiques et sédimentologiques, relativement solides.

Il semblerait alors que l'on doive envisager que la microflore abondante dans le niveau 3, reflète des conditions générales peu éloignées de l'aridité. Nous donnons cette hypothèse avec beaucoup de prudence, n'étant absolument pas en mesure d'être plus précise.

4) l'analyse de l'échantillon 4, fragment de la croûte scoriacée recouvrant la butte, n'apporte aucun renseignement puisque le milieu est quasi stérile en pollens.

Conclusion

Dans une région déjà distante de celle qui fait l'objet principal de ce mémoire, nous avons recherché s'il était possible de mettre en évidence quelques données relatives aux conditions climatiques sous lesquelles s'est déroulée la sédimentation, supposée mazzérienne, dans le laps de temps correspondant aux dépôts analysés. Dans les limites des critères d'appréciation dont nous disposons, nous ne pouvons que suggérer que les formations précisément analysées ont été mises en place dans des conditions vraisemblablement sub-arides et même arides quant au niveau dont est issu l'échantillon 1. Cette conclusion ne peut avoir un caractère définitif en l'absence de connaissances plus approfondies définies par d'autres méthodes de recherche.

G - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS MAZZERIENNES.

L'importance capitale que revêt, au Villafranchien supérieur, le cycle sédimentaire mazzérien réside dans le fait qu'il constitue un événement majeur dans la détermination de la morphologie future du Sahara nord-occidental, du moins dans sa partie drainée par le grand axe fluvial Guir-Sacura-Messaoud. Ce dernier, né des montagnes de l'Atlas, ira se perdre confusément au coeur même de l'actuel désert. La phase érosive du Mazzérien crée, au sein des formations plus anciennes (Aldien, Néogène), un chenal tout à fait bien défini, d'une vingtaine de mètres de profondeur. A cet épisode qui résulte d'une évolution climatique dans le sens d'un accroissement des conditions d'humidité, non seulement dans le secteur atlantique septentrional, mais également sur l'ensemble du bassin du Sahara nord-occidental, fait suite une longue période au cours de laquelle vont dominer les phénomènes de sédimentation. En même temps que s'individualise ce grand oued, on assiste forcément à une différenciation plus accentuée de faciès sédimentaires, qui sont étroitement liés au contexte géographique dans lequel ils évoluent. C'est ainsi que trois grands types de formations ont été reconnus :

- formations fluviales, sous la dépendance directe de l'oued principal, bien caractérisées à proximité de l'oasis de Mazzer,

- formations fluvio-lacustres, en relation avec les dépressions naturelles, telle celle d'El Gouira dans le piedmont d'Ougarta, en contrebas de la surface hamadienne, mais également encore les formations mises en place à la faveur de ruissellements secondaires au cours même de la Sacura : sables et calcaires sableux du "rokna" de Tamtert notamment.

- formations intradjabéliennes enfin, à faciès essentiellement conglomératique, dont le Fom Marouga donne un bel exemple.

L'échantillonnage des prélèvements effectués en chacun de ces types de faciès a permis de mettre en évidence un certain nombre de microflore d'intérêt et de signification tout à fait inégaux, que nous avons longuement

commentées et à partir desquels il faut maintenant tenter de rassembler quelques données d'ordre général. Une double orientation nous guidera dans ces conclusions : un point de vue floristique et un essai de compréhension de la signification des résultats du point de vue paléoclimatique.

I - POINT DE VUE FLORISTIQUE

Après avoir envisagé la composition de microfiores néogènes puis aïdiennes, il importe pour l'instant non pas de leur comparer les microfiores décelées dans les formations mazzériennes, mais surtout d'évoquer la composition et l'intérêt de ces dernières. Au cours des précédentes analyses, l'accent a été mis sur un certain nombre de remarques :

1) les microfiores liées aux dépôts fluviatiles de la terrasse mazzérienne à Mazzer ne portent pas l'empreinte d'une origine lointaine des sédiments mis en place. Le groupe des éléments à caractère tempéré ne se manifeste que de façon extrêmement discrète et les éléments en question (*Alnus*, *Ulmus*), situés dans le contexte général de l'analyse envisagée, ou bien y trouvent leur place et peuvent être considérés *in situ*, ou bien y apparaissent de façon évidente comme n'étant pas contemporains du sédiment concerné. Le problème de l'importance prise par des éléments allochtones d'origine atlasique a été entrevu de façon très nette à l'Aïdien et précisément à Mazzer, où il ne semble plus se poser au moment de la sédimentation mazzérienne. On se demande alors, tout naturellement, quelle est la part prise dans les écoulements par les apports d'origine lointaine septentrionale et par les apports locaux résultant des précipitations propres à la région. Les géologues, tout en reconnaissant l'enrichissement certain de la Saoura tout au long de son cours, en matériel d'origine locale, attribuent une part importante au matériel détritique allochtone atlasique. Ceci n'apparaît pas de façon aussi évidente au niveau des analyses polliniques et ainsi, se pose indirectement, une question qu'il ne nous appartient pas de résoudre, quant au développement du couvert forestier sur les pentes de l'Atlas à cette époque.

2) le problème de l'origine d'une représentation aberrante, dans le "rokna" de Tamtert, du genre *Pinus*, par des pollens spécifiquement indéterminables s'est trouvé posé sans que nous soyons en mesure d'y voir une explication autre qu'un remaniement de sédiments anciens (aldiens ? ou plus anciens ?), ou au contraire la manifestation de pluies polliniques sporadiques telles les "pluies de soufre" que l'on connaît dans le Sud-Ouest français.

3) un petit nombre de microflores analysées ont mis en évidence la juxtaposition d'éléments d'origine diverses, parmi lesquels, à côté du groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen, toujours très riche en essences à caractère édaphique accentuée, nous ne négligeons pas celui des "méditerranéennes s.s.", attachant cependant le plus grand intérêt à l'ensemble des éléments d'origine tropicale, plus ou moins associés ou dispersés selon les analyses. *Argania*, *Acacia* (dont *A. cf. raddiana*), *Cassia*, *Combretum* nous sont devenus familiers tandis qu'il convient de mettre en évidence l'apparition de formes non encore rencontrées avant le Mazzérien. Le genre *Anogeissus*, remarquable par sa plasticité écologique a fait l'objet d'un long développement; il trouve sa place aussi bien à côté de *taxa* à caractère sahélien secs qu'à côté d'autres espèces nécessitant une humidité notable. *Anogeissus* a été reconnu dans les microflores de Mazzer, Tamtert, El Gouira : cette large répartition est, en soi, d'autant plus notable, qu'il s'agit de sédiments pauvres en pollens. Tout à fait intéressante également est la représentation par son pollen d'une espèce du genre *Olea* pour la première fois rencontrée également : bien que la détermination soit proposée avec prudence, il semblerait qu'*Olea chrysophylla*, espèce actuellement est-africaine, ait présenté une extension beaucoup plus vaste en cette phase du Quaternaire ancien au moins. Cette espèce, nous l'avons vu, sûrement plus exigeante du point de vue hydrique que les précédentes essences, pose évidemment le problème de son insertion en tant qu'élément *in situ*, dans les deux microflores qui ont révélé sa présence : celle de Mazzer et celle de Marouga. On peut imaginer son existence en Afrique occidentale et son extension septentrionale à la faveur d'une phase

pluviale, mais relativement chaude puis son maintien peut-être dans des conditions d'humidité moindre, en quelque milieu écologiquement privilégié. Enfin, à propos d'un pollen d'*Allophyllus* déterminé à Mazzer, nous n'avons pu opter faute de pouvoir préciser l'espèce représentée.

4) en dernier lieu se dégage la notion de physionomie du paysage végétal, entrevue bien entendu, dans le cas le plus favorable où se trouvent rassemblées, dans des conditions semi-désertiques, des essences de toutes origines. Il semble que, si les vallées intradjabeliennes restaient un milieu d'élection pour toutes ces plantes, dont certaines vivaient probablement à la limite même de leur capacité d'adaptation, on envisage aisément, au Mazzérien, qu'une Saoura déjà canalisée, fut-elle encore très large, soit alors devenue une sorte de couloir de végétation, au long duquel chaque essence trouvait le substrat le plus favorable à son implantation.

II - POINT DE VUE PALEOCLIMATIQUE.

L'étude palynologique des divers niveaux étudiés, le plus souvent selon une stratigraphie définie, a conduit à des conclusions paléoclimatiques parfois très nettement discernables, parfois très difficiles à déterminer, en raison même de l'irrégularité des résultats des analyses. Aussi est-il impossible d'imaginer l'établissement de quelconques corrélations entre les données décelables au sein des diverses séries étudiées.

Les formations fluviatiles de Mazzer sont marquées, de toute évidence, par un épisode semi-aride au début de la sédimentation, conditions qui ne persistent pas et semblent plutôt correspondre, à travers un faciès détritique relativement fin, aux derniers écoulements du Pluvial antérieur ou à une phase de transition entre ce pluvial mazzérien et un épisode de sédimentation auquel est attachée une microflore révélant des conditions sub-arides. C'est ici un point où la palynologie permet de mettre en évidence le passage de conditions climatiques semi-arides à des conditions plus précaires sub-arides.

La microflore contenue dans l'échantillon médian prélevé dans le banc gréseux, ainsi que l'analyse globale des flores polliniques issues du ciment du conglomérat supérieur, constituent deux jalons révélateurs d'une semi-aridité probable. Mais la trop grande pauvreté des autres échantillons exclut la possibilité d'établir une séquence.

Les formations fluvio-lacustres du "rokna" de Tamtert, dans la mesure où les résultats des analyses sont valables, nous ont engagée à reconnaître que les écoulements longitudinaux, calmes, superficiels, qui ont déposé les sables ou les calcaires sableux, ou même de grandes "gueltas", ont existé sous des conditions sub-arides, probablement interrompues à une certaine époque, par une récurrence semi-aride dont témoigne une microflore suffisamment bien caractérisée par le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. et par ceux d'origine tropicale, en lesquels nous avons vu un argument en faveur de l'âge mazzérien du dépôt.

Un contexte comparable sub-aride et même aride à la base de la série, a été décelé à travers les analyses des formations mazzériennes fluvio-lacustres à proximité du puits d'Hassi Manda.

Quant à la croûte gréso-calcaire de la butte d'El Gouira, dont le matériel détritique sableux, antérieurement à son évolution pédologique, a probablement marqué le terme de la sédimentation mazzérienne, on ne peut semble-t-il en envisager le dépôt qu'à la faveur d'une semi-aridité que semble attester la fraction, pauvre il est vrai, de la microflore issue d'espèces à caractère méditerranéen s.s. ou d'origine tropicale.

Enfin, au sein du conglomérat mazzérien de Marouga, ravinant l'Aïdien terminal sub-aride, la microflore, dans sa composition, suggère spontanément un retour, après la phase d'érosion, à des conditions semi-arides, responsables d'un régime torrentiel, vraisemblablement interrompu par des périodes d'écoulement calme, plus sèches.

Il eut été souhaitable d'établir des corrélations entre ces différentes formations auxquelles correspondent des faciès bien déterminés, en fondant celles-ci sur la connaissance acquise, avec quasi-certitude, du caractère semi-aride ou sub-aride de divers épisodes sédimentaires parmi ceux étudiés. J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, pp. 116-118) a proposé une reconstitution paléogéographique et paléoclimatique de la sédimentation mazzérienne, établissant une correspondance entre les séries stratigraphiques se rapportant aux trois types de faciès qu'il a distingués et que nous avons d'ailleurs nous-même adoptés. Toutefois il est absolument impossible de situer les données de la palynologie dans le schéma que l'auteur a établi. La palynologie donne des résultats qui sont des jalons fournissant des renseignements climatiques, très étroitement localisés dans le temps et dans l'espace. Il est impensable de les faire entrer dans un système dont les coupures stratigraphiques majeures sont les mêmes que celles que nous avons reconnues, mais dont nous ne pouvons pas adopter les subdivisions secondaires, le plus souvent parce que les données stratigraphiques relevées sur le terrain lors de nos prélèvements, en des points précis, ne se superposent pas strictement à celles décelées par l'auteur en des points différemment situés. C'est la raison pour laquelle nous avons été amenée dans ces conclusions à rappeler les déductions climatiques propres à chaque série étudiée, sans être en mesure d'établir quelque corrélation que ce soit. Il n'en reste pas moins évident que, si nous nous posions la question, au moment de l'analyse du Mazzérien de Mazzer, de la continuité ou de la discontinuité d'un contexte climatique semi-aride tout au cours de la sédimentation mazzérienne, à la lumière des analyses qui suivent, celle des formations du "rokna" de Tamtert notamment, on pressent que la sédimentation mazzérienne s'est effectuée sous un régime marqué d'oscillations incontestables entre des épisodes semi-arides et sub-arides. Il reste impossible toutefois, d'établir ~~des~~ corrélations d'un type de faciès à l'autre.

Parvenant au terme de l'étude palynologique des formations sédimentaires caractérisant le Quaternaire ancien, Aïdien puis Mazzérien, dans la région prospectée, il ne paraît pas opportun de chercher dès à présent à mettre en évidence les conclusions relatives à ce long épisode qui marque le début du Quaternaire (Villafranchien) alors que, par ailleurs, ces conclusions ont été données au niveau de chacun des deux cycles sédimentaires le composant. Il convient mieux, semble-t-il, d'attendre que nous soyons en possession des données relatives également au Quaternaire moyen puis au Quaternaire récent, afin d'apporter une vue d'ensemble des microflores mises en évidence depuis le Néogène jusqu'à la fin du Quaternaire, cette synthèse et son essai d'interprétation devant faire l'objet des conclusions générales de ce mémoire.

CHAPITRE XIII

LE QUATERNAIRE MOYEN

Les formations que nous avons vues sédimentées au Mazzérien dans la vallée de la Saoura notamment ne sont que les témoins du comblement à cette époque, à la faveur d'écoulements longitudinaux, du chenal plus anciennement dessiné par le grand axe fluviatile Guir-Saoura-Messaoud. Le matériel détritique qui s'est trouvé mis en place au cours du Villafranchien supérieur est l'objet, dès le début du Quaternaire moyen, de phénomènes d'érosion très importants, du creusement certainement le plus conséquent au cours du Quaternaire. Ainsi, le nouveau talweg de la Saoura se trouve encaissé jusqu'à une quarantaine de mètres au dessous du sommet de la terrasse édifiée au Mazzérien (cf. Fig. 3). Cette phase d'érosion n'est que la première manifestation des événements climatiques majeurs dont dépend, au Quaternaire moyen, l'individualisation des deux cycles sédimentaires, Taourirtien et Dugartien. Cette distinction d'abord entrevue par Melle ALIMEN, fut ensuite confirmée par H. ALIMEN, J. CHAVAILLON, G. CONRAD (1959) puis définitivement adoptée par J. CHAVAILLON (1960, 1964).

Le Quaternaire moyen est remarquable quant à l'évolution des industries lithiques qui témoignent de la présence de l'homme : on assiste au passage d'une civilisation marquée par une "Pebble Culture évoluée" aux différents stades de perfectionnement des techniques de taille caractérisant la civilisation acheuléenne.

FORMATIONS SEDIMENTEES AU TAOURIRTIE

(PREMIERE PARTIE DU QUATERNAIRE MOYEN)

A - GENERALITES ET MISE AU POINT RELATIVE A L'INDIVIDUALITE DU CYCLE
SEDIMENTAIRE TAOURIRTIE.

En abordant cette introduction géologique à un exposé dont l'objet même est une étude palynologique des formations sédimentées au Taourirtien, il faut dès à présent reconnaître que la quasi-totalité des analyses effectuées à partir d'échantillons de cet âge se sont montrés extrêmement décevantes, parce que stériles en pollens ou sans intérêt du fait de leur grande pauvreté. Il n'a été possible de retenir comme un témoin valable d'une microflore sédimentée à cette époque, qu'un seul prélèvement au nombre des 15 qui ont été traités puis analysés. Toutefois, en dépit de ces résultats déconcertants, il s'impose de ne pas négliger l'unique document recueilli et de le situer dans le contexte géologique qui caractérise le Taourirtien, en portant à ce dernier le même intérêt que nous avons consacré aux autres épisodes sédimentaires. Il importe en effet, que sous le prétexte de résultats quasi-négatifs, il n'apparaisse pas, à l'occasion de cette étude palynologique, un hiatus dans la succession des cycles sédimentaires. Ceci est d'autant plus indispensable que le cycle taourirtien est apparu à certains géologues plus difficile à individualiser que les autres cycles et que son existence a été contestée. Il convient alors de mettre l'accent sur un certain nombre de critères qui sont indubitablement en faveur d'un Taourirtien bien défini, notamment par rapport aux deux épisodes sédimentaires dont l'un le précède (Mazzérien) et l'autre lui fait suite (Ougartien). Mais avant d'aborder cet aspect du problème relatif à la sédimentation, rappelons l'ampleur précédemment évoquée, qu'a revêtu la phase érosive dont résulte, dans la vallée de la Saoura, un encaissement du chenal

de l'oued de plus de 40 m jusque dans les formations anté-quaternaires et, dans les Monts d'Ougarta, un approfondissement des talwegs souvent comparable, quoique plus faible parfois.

1 - Caractères des dépôts taourirtiens.

A la suite de Melle ALIMEN et de ses collaborateurs dont J. CHAVAILLON (1964), on a pu constater le développement des dépôts taourirtiens selon une puissance de 15-16 m au maximum dans la vallée principale. Ils s'y présentent sous un faciès qui laisse apparaître trois unités principales dont la stratigraphie *grosso modo* est la suivante :

- au niveau du talweg actuel de l'oued et au-dessus, 10 m environ d'un conglomérat très hétérogène à blocs énormes, galets, graviers et intercalations de strates gréseuses.
- un banc gréseux ou gréso-calcaire.
- un conglomérat supérieur à petits galets, que recouvrent des épandages : éboulis de blocs de meulière, coulées boueuses, roches thermoclastées, etc.

La présence d'industries humaines relativement pauvres encore, caractérise les dépôts sédimentés au Taourirtien : à la base du conglomérat inférieur, on ne rencontre encore qu'une "Pebble Culture évoluée" puis le perfectionnement des techniques de taille se traduit par l'apparition dès le niveau supérieur de ce conglomérat de base, d'une industrie à bifaces archaïques.

Dans les Monts d'Ougarta, dans les vallées intradjabeliennes, des témoins conglomératiques datent de la période taourirtienne, selon une épaisseur de l'ordre de 1 m. Ce type de conglomérat, reconnu par H. ALIMEN (1956 b) à proximité de Kerzaz, au Meksem ad Douar, a été dénommé "couche T". L'auteur y a recueilli quelques éléments d'une "Pebble-Culture évoluée".

Ce sont, de fait, trois unités de faciès comparable à celui qui vient d'être décrit dans la vallée de l'oued principal que l'on a vues développées au Mazzérien à Mazzer, tandis que la présence dans la terrasse taourirtienne d'une industrie qui marque la proximité des temps acheuléens, donc de l'Ougartien, nécessite une définition du Taourirtien selon des termes propres qui l'individualisent parfaitement par rapport aux deux cycles sédimentaires entre lesquels il se situe.

2) Les formations d'âge taourirtien se différencient des dépôts d'âge mazzérien.

Les conglomérats notamment sont caractérisés par leurs galets rarement altérés et patinés, noyés dans une gangue grise, au contraire des conglomérats mazzériens au ciment brun liant des galets corrodés et patinés. Le niveau de base de la terrasse taourirtienne que nous avons observée au niveau du talweg actuel de l'oued est inférieur de 20 à 30 m au niveau de base de la terrasse mazzérienne.

Le taourirtien est remarquable, nous l'avons vu, par cette évolution des techniques préhistoriques conduisant à la taille de bifaces encore archaïques, ce qui est un argument de poids pour différencier ce dernier cycle du Mazzérien qui le précède et n'a livré que des pebble-tools peu évolués. La valeur de cet argument n'est pas prise en considération par G. CONRAD (1969, pp. 196, 226 et 231) qui ne reconnaît pas le Taourirtien en soi, réfute son existence en tant que cycle sédimentaire et considère les formations qui s'y rapportent comme le terme le plus ancien de la sédimentation mazzérienne. Pour cet auteur, la terrasse taourirtienne ne serait que le conglomérat de base de la terrasse mazzérienne. Or nous avons vu l'ensemble des critères qui séparent incontestablement le Taourirtien du Mazzérien, mais surtout, en suivant la pensée de G. Conrad, on serait amené à reconnaître, dans le Taourirtien, au niveau actuel de l'oued, des pièces préhistoriques d'une facture plus évoluée que les pebble-tools de la terrasse mazzérienne située 40 m plus haut. Il est incontestable qu'il ne peut y avoir confusion entre ces deux types de

sédimentation que séparent bien des caractères et principalement les données relatives à la Préhistoire.

3 - Les formations d'âge taourirtien se différencient des dépôts d'âge ougartien.

Les sédiments taourirtiens résultent d'apports longitudinaux dont le matériel, partout où on le rencontre, est extrêmement consolidé par une gangue de couleur grise. A l'Ougartien, les apports latéraux sont à l'origine de terrasses conglomératiques peu ou mal consolidées par un ciment calcaréo-sableux généralement rougeâtre. La terrasse ougartienne est le plus souvent superposée à la terrasse taourirtienne, celle-ci étant d'ailleurs par endroits partiellement érodée.

4 - Localisation des prélèvements.

Des prélèvements dans les formations taourirtiennes de l'oued principal et des Monts d'Ougarta ont été effectués en assez grand nombre. Nous avons fait le choix des échantillons destinés à l'analyse en trois points de prélèvement :

- dans la Gara Taourirt à Béni Abbès, gisement éponyme, témoin au bord de la Saoura, sur sa rive gauche, du remarquable développement de la terrasse taourirtienne.
- dans le Meksem el Hartani, à 8 km en aval de la Zaouïa de Kerzâz.
- en bordure des Monts d'Ougarta, dans la "couche T" de l'oued Trick, couche intercalée entre le Néogène que nous avons précédemment étudié et la série ougartienne supérieure.

C'est précisément à partir des deux coupes typiques de la sédimentation taourirtienne, dans la Gara Taourirt et le Meksem el Hartani que les résultats des analyses ont été quasi ou tout à fait négatifs. Seul l'échantillon issu de la "couche T" de l'oued Trick a permis de recueillir une microflore à peu près satisfaisante numériquement.

Quelques précisions seront apportées à propos de l'échantillonnage dans les coupes de la Gara Taourirt et du Meksem el Hartani, puis nous donnerons les résultats de l'analyse positive du sédiment de la "couche T" de l'oued Trick.

B - LA GARA TAOURIRT.

Dans cette butte -témoin située au Sud de la palmeraie de Béni-Abbès, haute d'une quinzaine de mètres, longue de 100 m et large de 50 m (cf. J. CHAVAILLON, 1964, Fig. 35), une importante série de 35 prélèvements avait été effectuée. L'état de grésification extrêmement accentué qui avait rendu difficiles les prélèvements dans ces formations, nous a amenée à nous limiter à une première analyse de trois d'entre eux, correspondant chacune à l'une des phases majeures de la sédimentation. Ces échantillons ne se sont pas montrés totalement stériles, mais la très grande pauvreté des microflore en pollens souvent indéterminables, nous a amenée à renoncer à poursuivre l'étude d'échantillons par ailleurs très délicats à traiter. Notons seulement que, parmi les pollens déterminables dans l'échantillon issu du conglomérat inférieur, ont été reconnus, à côté de quelques pollens d'*Ephedra* cf. *alata*, de Chénopodiacees halophiles, de Graminées, deux pollens d'*Argania*, seul élément dont la représentation présente quelque intérêt.

C - LE MEKSEM EL HARTANI

Une coupe tout à fait typique du Taourirtien a été relevée sur la rive gauche du "meksem", non loin de la vallée de la Saoura. Les formations de cet âge sont en effet très bien développées dans le "meksem" vers lequel ont reflué les eaux de l'oued principal lors de chaque cycle sédimentaire. De plus on peut y observer, superposée à la terrasse taourirtienne, la terrasse ougartienne et même en certains points les sables saouriens. De la coupe étudiée, haute de 8 m environ, nous donnerons le détail des prélèvements effectués, précisant ainsi la stratigraphie de cette série, l'une des

plus importantes représentant le Taourirtien, raison pour laquelle il est tout à fait regrettable que les 11 échantillons traités (250 à 400 g) se soient montrés stériles.

A partir du sommet, la série est la suivante :

- une croûte gréseuse, épaisse de 0,60 m , se débitant plus ou moins en dalles superposées (prélèvement 11).
- un conglomérat à petits cailloux bruns (prélèvement 10) devenant très denses à la partie supérieure du niveau qui est épais de 1,70 m .
- un niveau de grés plus ou moins lité, jaune clair (prélèvement 9)
- un conglomérat à galets bruns assez gros (prélèvement 8),
- une couche sableuse brune, imprégnée de gypse (prélèvement 7).

L'ensemble des niveaux dont sont issus les prélèvements 9, 8, 7 représentent une épaisseur de 1,70 m .

- un niveau de sable très gypseux, finement lité, brun, légèrement consolidé, ayant l'aspect d'un banc grésifié épais de 1 m (prélèvement 6).
- un conglomérat à petits cailloux, ciment gréseux dur, gris-clair avec passées ferrugineuses (prélèvement 5).
- un grés dur à grain fin, blanc (prélèvement 4).

L'ensemble des niveaux dont sont issus les prélèvements 5 et 4 représente 1 m d'épaisseur.

- un conglomérat à ciment gréseux clair (prélèvement 3).
 - un grés sans galets, clair, perforé (traces de racines ?) (prélèvement 2), lité et en plaquettes à la base (prélèvement 1).
- Ce dernier banc gréseux, surmonté du petit niveau conglomératique, représente une épaisseur de 2,50 m au-dessus du fond du "meksem".

C'est au sommet de cette série, à quelques mètres de la coupe ici décrite, que l'on observe l'Ougartien superposé au Taourirtien.

De fait, dans ce "meksem", on retrouve les deux types de faciès principaux, conglomérats et sables grésifiés, selon une stratigraphie beaucoup plus fine qu'à la Gara Taourirt et qui se présentent selon une alternance de lentilles de grés ou de conglomérats.

D - LA "COUCHE T" DE L'OUED TRICK.

Le site de l'oued Trick, à son débouché dans la Sebkha de Guerzim et la coupe qui y a été relevée sur sa rive droite (pl. VI, fig. 2), ont été évoqués antérieurement à propos de l'étude du Néogène. Rappelons la superposition en ce point, sur un substratum néogène formant le fond de l'oued, de la "couche T" puis d'un ensemble conglomératique d'âge ougartien que malheureusement nous n'avons pas eu le temps d'étudier ici, bien que les échantillons aient été préparés pour l'analyse. La "couche T" se présente au point étudié comme un niveau épais d'un mètre environ, contenant des galets relativement peu abondants, cimentés par une gangue blanche à aspect de "torba". Melle ALIMEN nous a dit y avoir antérieurement recueilli des pebble-tools (communication orale, 1969).

La flore pollinique déterminée (117 pollens) (tab. XVII), suggère les remarques suivantes :

- 1 - Le groupe des éléments d'origine tropicale est ici réduit à un pollen unique d'*Acacia raddiana* (pl. XVII, fig. 21).
- 2 - Un petit nombre de pollens de Conifères bi-aillés, indéterminables figurent dans cette microflore comme des individus très probablement issus de remaniements.
- 3 - Un pollen de Cupressacée mesurant 30 μ est resté indéterminable génériquement et l'on est bien autorisé ici à mettre en doute la présence, *in situ*, de l'espèce à laquelle il correspond. Il est peut-être issu d'un apport par le vent ou du remaniement des formations plus anciennes : dans l'échantillon prélevé dans le Néogène sous-jacent, un pollen de taille voisine (29 μ) a été déterminé comme appartenant soit au genre *Callitris*, soit à *Cupressus sempervirens*.
- 4 - C'est finalement au groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen que correspondent la majorité des pollens que rassemble cette microflore. Les familles ou genres dominants se répartissent

<u>Eléments d'origine tropicale</u>	
<i>Acacia raddiana</i>	1
<u>Eléments d'origine mésogéenne</u>	
- à caractère indéterminé :	
Conifères bi-aillés (remaniement)	3
- à caractère méditerranéen s.s. :	
Cupressacées	1
- à caractère désertique-subméditerranéen- méditerranéen :	
<i>Ephedra cf. alata</i>	13
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	17
<i>Cornulaca</i> (Chénopodiacée)	2
Composées tubuliflores	8
Composées liguliflores	3
<i>Artemisia</i> (Composée)	3
Graminées	26
<i>Cyperus conglomeratus</i>	4
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacée)	3
<i>Sclerocephalus arabicus</i> (Caryophyllacée)	3
<i>Plantago</i>	3
Crucifères	4
Plumbaginacées	1
Indéterminés	1
Indéterminables	18
<u>Nombre de pollens comptés</u>	117

Tableau XVII. Composition de la flore pollinique déterminée dans un échantillon d'un sédiment d'âge taourirtien, issu de la "couche I" de l'oued Trick.

ainsi :

Graminées : 22%

Chénopodiacées halophiles : = 15%

Ephedra cf. alata

Le pourcentage des "Indéterminables" est assez notable ($\approx 15\%$). Notons la présence d'Ombellifères non sahariennes, de *Sclerocephalus arabicus*, *Paronychia arabica*, la très faible représentation du genre *Artemisia*, celle équivalente de *Cyperus conglomeratus*, psammophile.

Si l'on fait abstraction des pollens que l'on ne peut envisager, raisonnablement, comme appartenant à une microflore contemporaine de la formation de la "couche T", il subsiste *Acacia raddiana*, élément qui dans le contexte général de la microflore, doit être supposé en milieu sec. Il n'apparaît pas que l'ensemble de cette microflore puisse exprimer des conditions très éloignées des conditions désertiques. Peut-être la connaissance des *taxa* représentés par les pollens dont la détermination n'a pas été possible au-delà de la famille ou du genre donnerait-elle une nuance davantage sub-aride à la végétation que révèle la flore pollinique, ce qui répondrait mieux au contexte dont il est permis de préjuger au regard de la nature du sédiment en question. Seul le tout petit nombre de pollens d'Ombellifères, représentant deux espèces différentes et non sahariennes, intervient en faveur de cette idée.

EN CONCLUSION, l'étude palynologique de formations déposées au cours du Taourirtien nous laisse dans l'ignorance quasi-totale de la microflore sédimentée à la même époque. Cet ensemble de résultats négatifs est probablement le fait de la nature même des sédiments, considérablement évolués à la suite de leur dépôt, du moins en ce qui concerne ceux de la terrasse édifiée dans la vallée de l'oued principal (Gara Taourirt) ou de ses dépendances les plus directes (Meksem el Hartani). Quant au ciment de la "couche T", très différemment évolué, il semblerait donner, à travers l'analyse de l'échantillon qui y a été prélevé, l'image d'une végétation se développant en régime désertique-subdésertique. Cette dernière microflore ne constitue

qu'un document de valeur restreinte dans le cadre du long épisode sédimentaire d'âge taourirtien.

On remarquera enfin, que si "la couche T" est pétrographiquement constituée d'un matériel partiellement issu des formations antérieures érodées (Néogène), cela n'apparaît pas au point de modifier de façon notable la composition de la flore pollinique. On se souvient de l'intérêt de l'analyse d'un prélèvement effectué dans la "torbe" néogène, qui a révélé la représentation d'éléments d'origine tropicale et d'autres à caractère méditerranéen s.s. . Exception faite d'un pollen de Cupressacée et sans doute de ceux de Conifères bi-aillés, les pollens des précédents éléments reconnus au Néogène ne se retrouvent pas dans la fraction de sédiment d'âge taourirtien.

FORMATIONS SEDIMENTEES A L'UGARTIEN
(SECONDE PARTIE DU QUATERNAIRE MOYEN)

A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE UGARTIEN.

I - EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET FACIES SEDIMENTAIRES.

Au sommet de la terrasse fluviatile récemment édifiée, ou sur des surfaces d'érosion plus anciennes se déposent les formations marquant l'achèvement du cycle sédimentaire taourirtien.

Une nouvelle phase d'érosion s'annonce qui, au Quaternaire moyen, ouvre un second et dernier cycle sédimentaire : l'Ougartien. L'importance du creusement des formations taourirtiennes fut grande pour l'ensemble de la région stratigraphiquement étudiée et qui s'étend des Chaînes atlasiques au Nord (région de Colomb-Béchar) jusqu'à l'oued Messaoud vers le Sud. Les limites géographiques de l'étude palynologique que nous avons faite des formations d'âge ougartien sont plus restreintes et, dans la région que concerne cette étude, l'érosion ougartienne a creusé les formations conglo-mératiques taourirtiennes très profondément, la base de la terrasse ougar-tienne se situent en général vers 2 m au-dessus du talweg actuel des oueds, dans la vallée de la Saoura comme dans les vallées intradjabeliennes des Monts d'Ougarta.

Cependant, en comparaison de l'extension des phénomènes d'érosion qui marquèrent les grands cycles sédimentaires villafranchiens et même encore le Taourirtien, le creusement des terrains plus anciens au cours de la période d'érosion ougartienne se trouve généralement très localisé et limité au tracé actuel des vallées principales et de leurs vallées affluentes.

Suivant que les formations taourirtiennes ont été plus ou moins respectées par l'érosion, la phase de sédimentation qui lui fait suite conduit à l'édification de terrasses superposées ou emboîtées atteignant une puissance variable, oscillant autour d'une dizaine de mètres.

Les grands traits de la stratigraphie des formations ougartiennes et leurs caractéristiques granulométriques ont été définis pour la première fois par H. ALIMEN au Meksem ed Douar, à quelques centaines de mètres de l'oasis de Kerzaz (1956 a, 1956 b, 1957 c). Le Meksem ed Douar est une ancienne vallée qui, comme nous l'évoquions lors de l'étude des formations anciennes du Fom Marouga, fut fonctionnelle durant une partie du Quaternaire, faisant communiquer le couloir Lagardette et la vallée de la Saoura. Les formations sédimentaires qui composent la terrasse ougartienne se présentent de la façon suivante :

1) La base de la terrasse est essentiellement fluviatile : ce sont les formations de Kerzaz (Meksem ed Douar) définies par H. ALIMEN sous le terme de "cailloutis versicolores" : sous une épaisseur de 4 mètres de sédiments, trois épisodes sédimentaires principaux sont reconnaissables, caractérisés par des cailloutis à galets peu roulés, anguleux, versicolores, noyés dans un ciment sableux meuble, faiblement consolidé. Le terme "versicolore", utilisable seulement dans les Monts d'Ougarta, permet de distinguer ces trois niveaux selon la terminologie suivante : "versicolore inférieur, Vi", "versicolore moyen, Vm", "versicolore supérieur, Vs". Chacun de ces niveaux détritiques grossiers est plus ou moins raviné en son sommet où la sédimentation, sur une très faible épaisseur, devient plus graveleuse ou sableuse, prenant une coloration jaune ou rouge due à une altération pédologique consécutive à des modifications temporaires du climat.

2) Superposées à cette terrasse fluviatile, et localement développées seulement, des formations fluvio-lacustres généralement présentes sous un faciès sableux ou calcaréo-sableux, représentent l'Ougartien final... Ce faciès terminal de l'Ougartien est décrit par J. CHAVAILLON (1964) à 10 km en amont de l'oasis de Kerzaz, dans la Zaouïa el Kebira où il atteint un assez

beau développement. Notons que l'Ougartien final est présent au Meksem ed Douar, superposé aux formations versicolores mais, si profondément romanié lors du cycle sédimentaire saourien, qu'on ne l'y retrouve pas sous son faciès habituellement connu (Melle ALIMEN, communication orale).

Ce n'est ici qu'une description schématique de la stratigraphie des formations ougartiennes qui sera précisée par les coupes étudiées en vue de l'analyse pollinique. Cette schématisation est possible grâce au fait que la stratigraphie présente une certaine unité, du moins lorsqu'il s'agit de la terrasse fluviatile. Par contre, des différences de faciès sont liées aux conditions locales de sédimentation suivant qu'il s'agit d'oueds principaux ou d'oueds affluents; elles sont liées également au contexte pétrographique du fait de l'origine essentiellement régionale des sédiments ougartiens.

C'est enfin tout au cours de l'Ougartien que l'on voit s'épanouir les civilisations acheuléennes. A travers les différents niveaux de cailloutis de la terrasse et jusqu'à l'Ougartien final on assiste à une évolution des techniques de taille dont le matériau essentiel est à base de quartzite cambro-odovicien, abondamment présent dans les Monts d'Ougarta.

Selon la terminologie de G. CONRAD (1969) qui ne reconnaît pas l'individualité du cycle sédimentaire taourirtien, les formations correspondant à l'Ougartien constituent, à elles seules, le Quaternaire moyen ou "Pléistocène moyen" (*loc. cit.* p. 225).

II - LOCALISATION DES PRELEVEMENTS.

Nous avons choisi, pour l'étude palynologique des sédiments ougartiens, des coupes stratigraphiquement étudiées dans les Monts d'Ougarta :

- 1) la terrasse fluviatile de l'oued Farès .
- 2) la terrasse fluviatile de l'oued Ali, surmontée de sables gypseux représentant très vraisemblablement l'Ougartien final.

B - FORMATIONS "VERSICOLORES" FLUVIATILES DE L'OUED FARES.

Dans la partie nord-occidentale des Monts d'Ougarta, le Kheneg et Tlaïa est une sorte de défilé qui, orienté SW-NE, coupe transversalement un faisceau de chaînes paléozoïques, parallèle au massif rhyolitique infracambrien du Bou Kbaïssat (Fig. 16). Toute cette région constitue un lien d'élection pour les géologues quaternaristes notamment et les préhistoriens dont les principaux travaux sont ceux de H. ALIMEN et J. CHAVAILLON (1956), J. et N. CHAVAILLON (1956, 1957 b), H. ALIMEN (1960 a, 1963), J. CHAVAILLON (1964, p. 161), G. CONRAD (1969, p. 235). Le Kheneg et Tlaïa fut parcouru, au Quaternaire, par l'oued el Abiod qui recevait, le long de son cours, plusieurs affluents. Non loin du confluent de l'oued Farès avec l'oued principal, une belle falaise haute de 8 m est un témoin des formations fluviatiles de l'oued Farès, déposées en terrasses au flanc des djebels, lors du Quaternaire moyen puis au Quaternaire récent (pl. IX, fig. 2).

A partir du sommet de la falaise, 6 m de dépôts sableux correspondant au début du Saourien (Quaternaire récent, dont l'étude sera faite ultérieurement), reposent sur l'Ougartien "versicolore", épais de 2 m en cet endroit. Au sein de cette formation on distingue du haut en bas de la coupe (Fig. 29) :

- un cailloutis à petits galets mal cimentés par un sable ocre, parfois grésifié : Ougartien "versicolore" supérieur, "Vs" (prélèvements Vs3, Vs2, Vs1), couronné par un paléosol rouge "S".
- un conglomérat à galets et blocs consolidés par un ciment gréseux de couleur ocre : Ougartien "versicolore" moyen, "Vm" (prélèvements Vm5, Vm4, Vm3, Vm2, Vm1).
- un cailloutis à blocs et galets dont le ciment gréso-gypseux, mal consolidé, est de couleur blanche : Ougartien "versicolore" inférieur, "Vi" (1) (prélèvements Vi3, Vi2, Vi1).

(1) Le conglomérat "Vi" n'est visible en ce point de l'oued Farès que sur la rive gauche, où ont été effectués les prélèvements. Il a été reporté schématiquement sur la coupe de la rive droite.

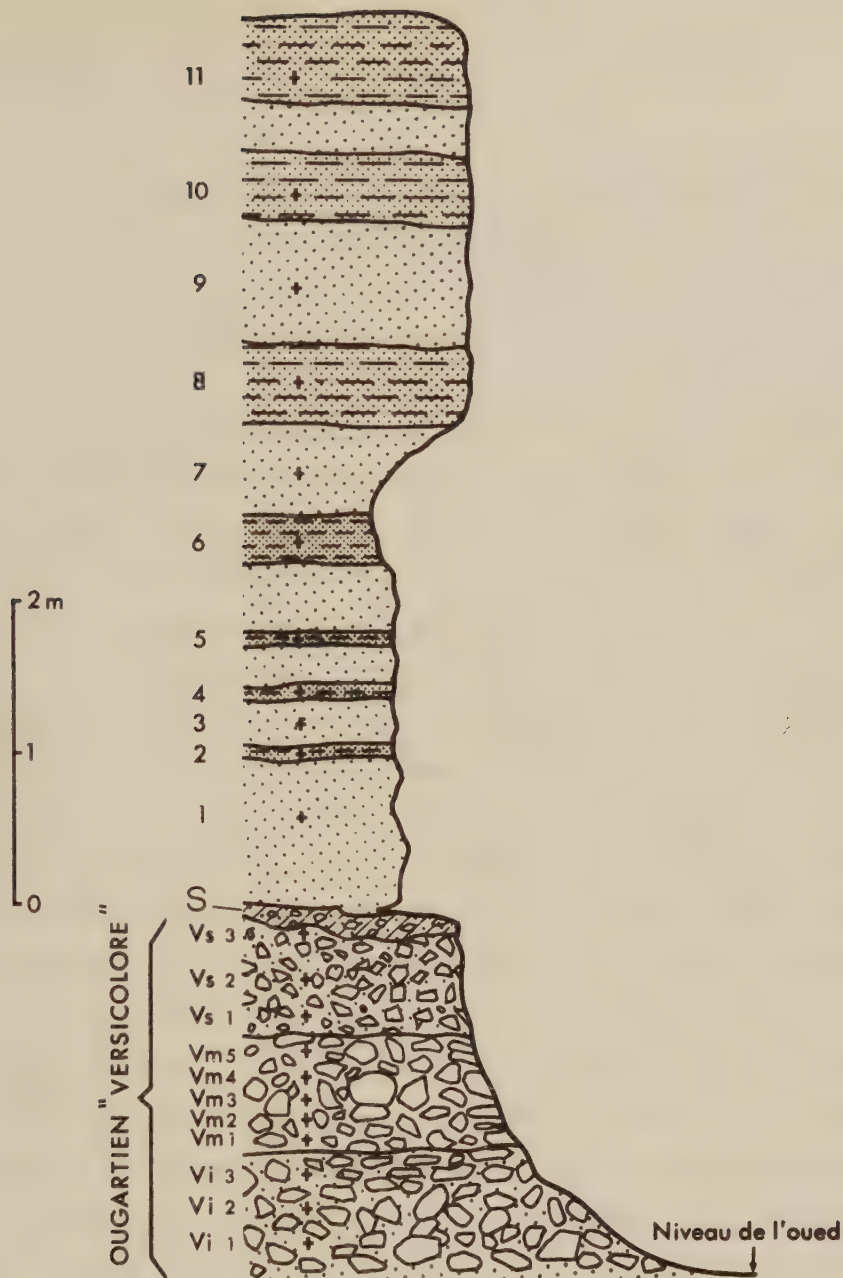


Fig. 29 Coupe dans la terrasse de l'oued Farès (Monts d'Ougarta), montrant les formations "versicolores" ougartiennes (Quaternaire moyen), surmontées des sables saouriens (Quaternaire récent).

Ougartien "Vi" : Ougartien "versicolore" inférieur (cailloutis à blocs et galets dans un ciment gréso-gypseux blanc, mal consolidé : prélèvements Vi1 à Vi3).

"Vm" : Ougartien "versicolore" moyen (conglomérat à galets et blocs consolidé par un ciment gréseux de couleur ocre : prélèvements Vm1 à Vm5). "Vs" : Ougartien "versicolore" supérieur (cailloutis à petits galets par un sable ocre parfois grésifié (prélèvements Vs1 à Vs3).

Saurien. Formation sableuse montrant l'alternance de strates diversement colorées : orangé-clair (prélèvements 1, 3, 7, 9), noires à aspect lité (prélèvements 2, 4, 5, 6), noirâtre, sporadique parce que localement raviné (prélèvement 8), noirâtre à grains grossiers (prélèvements 10, 11).

Il n'a pu être traité que des quantités relativement faibles de sédiment (50 à 100 g, suivant les échantillons, en Vi et Vs et 50 g de chacun des échantillons en Vm). De cet ensemble de 11 échantillons, des analyses ont donc été faites dont deux seulement, Vm5 et Vs2 ont été stériles en pollens. Les 9 autres ont livré une microflore plus ou moins abondante. Comparativement aux flores polliniques décelées dans les formations plus anciennes, celles déterminées dans l'Ougartien de l'oued Farès sont relativement riches, puisque les seuls 50 g des quatre prélèvements Vm1 à Vm4 ont respectivement permis de compter 573, 613, 289, 166 pollens. Au niveau de l'Ougartien "versicolore" inférieur également, une image très valable de la composition de la microflore est donnée par 442 pollens, comptés à partir de 95 g de sédiment. Le cailloutis "versicolore" supérieur "Vs" s'est montré très pauvre, en raison probablement de l'altération pédologique accusée qui, déjà, atteint ce niveau que surmonte le paléosol rouge. Dès à présent on doit noter, dans l'ensemble des analyses, un assez mauvais état de conservation des pollens dont résulte, pour quelques-unes d'entre elles, un pourcentage des "Indéterminables" qu'il a paru opportun de faire figurer à la fin du tableau XVIII.

De cette analyse nous dégagerons, en premier lieu, les composantes principales de la microflore déterminée dans l'ensemble des échantillons correspondant à la sédimentation de la terrasse fluviatile ougartienne, puis nous chercherons s'il est possible d'envisager de caractériser plus précisément chacun des événements majeurs que reflète la sédimentation.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE DANS L'ENSEMBLE DES FORMATIONS "VERSICOLORES".

1) Le groupe des éléments d'origine tropicale rassemble deux seuls genres : *Acacia* et *Argania*.

Les polyades d'*Acacia*, dans la majorité des cas très altérées (pl. XXI, fig. 2), représentent probablement une même espèce du groupe des "gommiers" et l'on peut penser, d'après les observations possibles des caractères de

l'exine, qu'il s'agit d'*Acacia raddiana* dont une polyade a été spécifiquement déterminée (pl. XXI, fig. 1). *Acacia* est représenté dans l'ensemble des échantillons "riches" en pollens ou "relativement riches". *Argania* par contre, figure dans l'analyse du seul échantillon Vm2 dont la microflore est, de toute évidence, la plus abondante et la plus diversifiée.

2) Un petit nombre de pollens correspondent à des espèces à caractère tempéré qui sont : *Carpinus*, *Ulmus*, *Alnus*, des Salicacées et enfin *Taxus*. L'état d'altération de certains de ces pollens plus particulièrement (*Carpinus*, *Ulmus*) a été noté au cours de l'analyse.

3) Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. présente une intéressante diversité spécifique. La microflore, considérée globalement, rassemble des pollens de *Cedrus cf. atlantica*, *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus cf. phoenicea*, *Quercus* type "*ilex*" et une autre espèce du genre *Quercus*, *Olea cf. europea*, *Phillyrea* sp. (Oléacée), *Pistacia cf. atlantica*, *Vitis vinifera*.

La représentation constante de *Pinus cf. halepensis* dans l'ensemble des niveaux demande que soient ici rappelées les observations très particulières dont les pollens de cette espèce ont fait l'objet antérieurement (cf. chapitre IX, p. 187). On se souvient que ces pollens de pin apparemment indéterminables, nombreux dans l'échantillon Vm2, également reconnus dans les autres niveaux et dont un ballonnet, "heureusement" non altéré, a permis de discerner les caractères d'une coupe optique de pollen de *Pinus cf. halepensis*. Quelques-uns des pollens de *Pinus* reconnus ont été classés dans une catégorie restée "indéterminable", représentant peut-être plusieurs espèces étant données les importantes variations de taille notées, le plus petit de ces pollens mesurant 30 μ . Il s'agit probablement de pollens remaniés à partir de sédiments anciens.

4) Le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen est bien entendu dominant et de plus, assez bien diversifié spécifiquement. Sa composition, au regard du tableau d'analyse et des pourcentages ci-dessous calculés, appelle quelques remarques :

Eléments d'origine tropicale :

Acacia raddiana
Acacia (gr. des "gommiers")
Argania (Sapotacées)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Pinus (indéterminables, remaniés ?)

- à caractère tempéré :

Taxus
Carpinus
cf. Salicacées
Ulmus
Alnus

- à caractère méditerranéen s.s. :

Cedrus cf. atlantica
Pinus cf. halepensis
Juniperus oxycedrus (Cupressacées)
Juniperus cf. phoenicea (Cupressacées)
Quercus type "*ilex*"
autres Quercus
Olea cf. europea
Phillyrea sp. (Oléacées)
Pistacia cf. atlantica
Vitis vinifera

- à caractère désertique-subméditerranéen-Méditerranéen :

Rhus cf. tripartitum (Anacardiaceae)
Ephedra cf. alata
Chénopodiaceae type "*Atriplex*"
autres Chénopodiaceae (Cormulaca p.p.)
Composées tubuliflores
Composées liguliflores
Artemisia (Composées)
Artemisia (pollen à mesocolpium concaves)
Graminées
Paronychia arabica (Caryophyllacées)
Sclerocephalus arabicus (Caryophyllacées)
Cyperus conglomeratus
Umbellifères
Calligonum (Polygonacées)
Moltkia ciliata (Boraginacées)
Echium (Boraginacées)
Asphodelus cf. tenuifolius (Liliacées)
Plantago
Crucifères
Plumbaginacées
Zygophyllum
Urticacées
Convolvulacées (pollen tricolpé)
Labiales
Rosacées (non *Neurada*)
cf. Géraniacées
cf. Primulacées
cf. Résédacées

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale
% des éléments à caractère tempéré
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.

% des pollens indéterminables

Vi			Vm				Vs	
Vi 1	Vi 2	Vi 3	Vm 1	Vm2	Vm 3	Vm 4	Vs 1	Vs 3
			1					
	5		1	2	1	3		
				2				
1		1			1	1		
								1
1		1			1			
2	1				1		1	2
		2	1		1			
1	1	1	1	10	1	2		
1								
3		3	5	12	10			1
2				1		1		
				1		2		
				1	1			
1				1				
				1				
2	24	5	27	122	43	27		2
1	16	7	2	24	20	5		1
	7		8		15			
2	74	2	84	29	20	4	6	2
	13	1	26	10	3	5		2
4		4	1	6	8	2		
1	1	1		16	5	11		
27	147	24	279	263	95	61	2	8
4	38	1	17	12	23	2		6
	1		4	9	2	5		1
		1		1	4	1		
1	4		3	19	5	4		
1			1	2	2			
					2			
				1	1			
	4		3	1		2		
1		3		12	5			
	3		6	5	4	2		
	8		2	8		1		
	1					2		
		1		1				1
								1
				1				
			1					
1			2					
1	1	1	9	4	4	3	1	2
4	93	7	89	33	10	20	8	3
62	442	67	573	613	289	166	19	33
	21%		+	0,6%	+	1,6%		
	+		+	-	1%	-		
	+		1%	4,4%	4,8%	3,5%		
	20%		16%	5%	3%	13%		

Tableau XVIII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations "versicolores" fluviatiles d'âge ougartien, étudiées dans l'oued Farès (Kheneg et Tleïe).

	Vi2	Vm1	Vm2	Vm3	Vm4
<i>Ephedra cf. alata</i> e	≈5,50%	≈5%	≈20%	≈14%	≈16%
Chénopodiacées halophiles	≈3,5%	+	3,8%	6%	+
<i>Cornulaca monacantha</i>	+	+	-	≈6%	-
Composées (sauf <i>Artemisia</i>)	≈20%	≈18%	≈6,5%	≈8%	≈5,5%
<i>Artemisia</i>	+	-	3,8%	≈4,5%	≈8%
Graminées	≈33%	≈48,5%	43%	≈33%	31%
<i>Paronychia arabica</i>	8,5%	≈ 3%	≈2%	≈8%	+
Ombellifères	+	+	3%	+	+
Indéterminables	20%	16%	5%	3%	13%

a) Il est exceptionnel que la dominance des pollens d'espèces entrant dans ce groupe appartienne de façon aussi constante aux Graminées. En effet, le pourcentage des pollens de cette famille se situe entre 30 et 50% suivant les échantillons.

b) Il est également assez rare, en même temps, de constater un pourcentage si peu accentué des pollens du groupe des espèces psammophiles, d'*Ephedra cf. alata* principalement, qui n'a qu'une valeur très basse dans certains niveaux (5-5, 5%) et atteint au maximum 20%. Le genre *Cornulaca* est soit absent, soit représenté en quantités pratiquement non chiffrables, sauf en Vm3 où le pourcentage de ses pollens atteint exceptionnellement 6%. Parmi les "psammophiles", *Calligonum* est faiblement, mais plusieurs fois représenté, *Cyperus conglomeratum* également, *Moltkia ciliata* l'est, par contre, exceptionnellement.

c) Le caractère évaporitique du milieu de sédimentation n'est qu'à peine évident, à travers un faible pourcentage de pollens d'espèces halophiles.

d) On remarque, sans que cela ait peut-être quelque signification, que c'est en raison inverse des variations du pourcentage d'*Ephedra* que varie celui des Composées tubuliflores et liguliflores réunies. Ceci ne peut

constituer qu'une observation en l'absence de connaissance des caractéristiques biologiques des espèces représentées parmi les Composées. Cette espèce de concurrence, si toutefois elle revêt un sens, s'établit indépendamment de la dominance permanente des pollens de Graminées.

e) l'absence, ou la très faible représentation du genre *Artemisia* est notable également, observation qui n'est pas en faveur d'une nuance très méditerranéenne de la fraction de la microflore rassemblant ces éléments. Des pollens d'Ombellifères non sahariennes se mêlent de façon constante à la flore pollinique mais en très petites quantités, non mesurables, si ce n'est en Vm2 (3%). *Asphodelus cf. tenuifolius*, si la détermination spécifique est exacte, n'est pas strictement saharienne : son aire de répartition est plus largement méditerranéenne et même méditerranéenne orientale. Nous retrouvons ici la permanence de *Paronychia arabica*, espèce préférentielle des regs lorsque les pluies y favorisent son développement. Cette Caryophyllacée est accompagnée de *Sclerocephelus arabicus*, saharo-méditerranéenne. Le pollen de Rosacée ne peut être que celui d'une espèce méditerranéenne puisqu'il ne représente pas le genre *Neurada*, inféodé au milieu désertique. Quant à *Rhus tripartitum*, espèce méditerranéenne, elle est bien mal représentée par un pollen unique en Vm2. *Zygophyllum* est par contre un genre tout à fait saharien.

On ne peut davantage caractériser cette partie de la microflore rassemblant des pollens d'espèces plus ou moins désertiques ou méditerranéennes. La dominance des pollens de Graminées, dont on ne connaît la signification précise, est presque irritante; on ne peut se défendre évidemment de penser à ce qu'est l'actuelle végétation de ce fond d'oued maintenant asséché, végétation que Ph. GUINET (1954, 1958) a décrite comme une pseudo-steppe arborée à *Acacia-Panicum* (cf. chapitre III et pl. III, fig. 1). Le genre *Panicum* est, rappelons-le, cette Graminée dont les touffes constituent la strate herbacée d'où émergent de vigoureux *Acacia*. Cette Mimosacée, dans la microflore, est représentée par un tout petit nombre de pollens, mais on sait que les espèces de ce genre sont entomophiles, donc

ne libèrent pas abondamment leurs pollens dans l'atmosphère, comme c'est le cas des Graminées. Par ailleurs, il nous manque d'avoir acquis la certitude que les pollens fossiles de Graminées, en partie au moins, appartiennent à l'espèce de l'actuelle pseudo-steppe. De même, enfin, qu'il nous est impossible de donner une signification précise à la strate graminéenne, nous ne sommes pas en mesure de déterminer le sens de la représentation des Crucifères et du genre *Plantago* par exemple.

De fait, nous nous trouvons en présence d'un groupe d'éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, au sein duquel on ne peut affirmer qu'en Vm2 par exemple, la juxtaposition de 20% de pollens d'*Ephedra* et de 43% de pollens de Graminées corresponde au développement d'une végétation à caractère édaphique certain (*Ephedra alata* est présent, d'après les relevés effectués par Ph. GUINET (1958) dans les vallées sèches des Monts d'Ougarta; elle compte au nombre des espèces entrant dans la précédente association à *Acacia-Panicum*. Ce n'est là qu'un moyen d'exprimer notre difficulté à comprendre la composition des diverses microflores, car en réalité, pour ne parler que de la seule flore pollinique déterminée en Vm2, puisqu'elle est la plus riche et correspond apparemment à l'analyse la plus satisfaisante, le problème de son interprétation dépasse, dans sa complexité, celui de la simple juxtaposition des pourcentages notables de Graminées et d'*Ephedra*, précédemment évoquée. Et de fait, cette complexité se retrouve au niveau de la compréhension de chacune des microflores reconnues au sein des formations conglomératiques ougartiennes.

II - ESSAI DE COMPREHENSION A LA LUMIERE DU CONTEXTE GEOLOGIQUE.

Toutes ces microflores, correspondant à des essences d'origines si diverses, doivent être envisagées, comme chacune de celles que nous avons précédemment étudiées, dans le contexte des connaissances géologiques et sédimentologiques acquises relativement à la série étudiée. Cependant, il ne semble pas, précisément, que ce contexte géologique dont résulte la genèse des formations ougartiennes "versicolores", apparaisse très clairement

évident. C'est peut-être ici une réflexion quelque peu paradoxale, au vu d'une stratigraphie aussi nettement déterminée, au regard de profils au sein desquels chaque niveau est aussi précisément individualisé. La remarquable simplicité, sur le terrain, de la stratigraphie des formations "versicolores", ne doit être en réalité qu'illusoire si l'on cherche à en comprendre le processus de sédimentation. J. CHAVAILLON d'une part (*loc. cit.*), G. CONRAD d'autre part (*loc. cit.*), selon des orientations diverses, ont tenté d'explicitier ce dernier, d'en définir le contexte. Melle ALIMEN enfin (communication orale, 1970), nous a fait partager sa propre pensée sur ce problème. Il ressort de la confrontation de ces diverses opinions quelques réflexions dont nous avons retenu ici les plus "parlantes" quant au problème qui nous préoccupe. En premier lieu, Melle ALIMEN a insisté sur la disproportion évidente qui apparaît entre l'épaisseur des formations sédimentées, n'atteignant pas une dizaine de mètres et le laps de temps auquel correspondent ces dépôts, qui ne put être que long puisqu'il recouvre la plus grande partie de l'évolution des civilisations acheuléennes. En second lieu, le caractère pétrographique même des niveaux conglomératiques Vi, Vm, Vs, traduit un régime torrentiel lié à des pluies violentes, mettant en mouvement un matériel autochtone, démantelé par thermoclastisme probablement au cours de phases sèches. En effet, les éléments les plus grossiers des conglomérats sont manifestement d'origine locale dans les Monts d'Ougarta : ce sont des cailloux peu roulés, peu émoussés. Dans la vallée principale, l'observation des formations ougartiennes révèle également des apports locaux, c'est-à-dire des apports latéraux par ruissellements et non plus d'importants apports longitudinaux comme ce fut le cas lors des périodes sédimentaires du Quaternaire ancien et même du Taourirtien.

Si par conséquent, on envisage que la sédimentation ougartienne résulte d'apports torrentiels dûs à des pluies locales et ceci pendant une très longue période d'évolution des techniques acheuléennes, la faible épaisseur des sédiments mis en place implique de fréquentes alternances d'épisodes pluvieux violents, entraînant les formations antérieurement sédimentées, les transportant à faible distance et les re-déposant, une fois dépassée la

capacité de transport de ces torrents boueux, avec des périodes de sécheresse, d'aridité ou de sub-aridité peut-être, pendant lesquelles jouaient les phénomènes de thermoclastisme. Aussi, chacun des niveaux conglomératiques doit correspondre à une série d'oscillations entre des phases pluvieuses locales sur la région même des Monts d'Ougarta et de la moyenne Saoura et des épisodes secs. Evoquer ces phases "pluvieuses" pour expliciter les caractères d'une sédimentation résultant apparemment d'un régime torrentiel épisodique, ne laisse pas forcément supposer des pluies d'importance analogues à celles du maximum pluvial ougartien, mais peut-être des périodes de pluies orageuses suffisamment conséquentes pour entretenir pendant un certain temps, des écoulements de faible importance, des "gueltas", évoluant vers des conditions voisines de l'aridité. Dans ce cadre nous pouvons alors envisager, du point de vue palynologique, chacune des formations conglomératiques "versicolores".

III - FLORE POLLINIQUE PRESENTE EN CHACUN DES NIVEAUX Vi, Vm, Vs : ESSAI D'INTERPRETATION.

Le type de régime sous lequel nous venons d'envisager la sédimentation ougartienne explique la faible épaisseur des dépôts actuellement visibles, résiduels à la suite de phénomènes d'érosion périodiques par les violents écoulements qui ont interrompu la sédimentation ougartienne. Après chaque récurrence humide, de nouveaux dépôts ont été mis en place qui ont été, à leur tour, partiellement démantelés lors d'une nouvelle crue. Cela s'est passé jusqu'à ce qu'intervienne un épisode climatique de nature nettement différente, auquel correspondent chacun des niveaux de faible épaisseur, intermédiaire entre Vi et Vm (Vi-m) puis entre Vm et Vs (Vm-s), non individualisés d'ailleurs au point où a été effectué l'échantillonnage dans la terrasse de l'oued Farès, où probablement, leur absence est encore le résultat de l'érosion. C'est dire alors combien il faut regarder avec prudence la composition des diverses flores analysées : très certainement, chacune d'elles porte l'empreinte de ce perpétuel remaniement. Ceci interdit également de rechercher, de la base au sommet de chacun des conglomérats, quelque signification

que ce soit dans les éventuelles différences qui apparaîtraient dans la composition même de ces microflore. Ceci étant précisé, il devient possible de considérer, avec toute la prudence que supposent les réflexions précédentes, la flore pollinique déterminée en chacun des conglomérats.

1) Le conglomérat "Vi".

L'échantillon Vi2 seul a livré un nombre de pollens qui, *a priori*, laisserait croire à une fidèle représentation de l'environnement végétal. Mais alors, hormis un pollen d'*Ulmus* et un pollen de *Pinus cf. halepensis* dont la présence l'un avec l'autre, dans le contexte général de l'analyse, ne manque pas de soulever un doute quant à leur origine, la flore pollinique, avec ses 33% de pollens de Graminées et son petit nombre de pollens d'*Acacia* associés à un ensemble à caractère désertique-subméditerranéen dont la composition a été précédemment analysée en détail, évoque tout à fait le paysage actuel de l'oued Farès, la pseudo-steppe arborée de Ph. GUINET (*loc. cit.*). Il faut évidemment ne pas négliger cette importante proportion de 20% de pollens indéterminables qui rassemble peut-être des pollens d'espèces dont la connaissance nuancerait l'image que donne la microflore telle que nous pouvons la définir. Si nous considérons cette microflore dans le contexte plus général de l'ensemble des analyses relatives à Vi, en tenant compte des flores polliniques décelées en Vi1 et Vi3, pourtant relativement pauvres, puisqu'il n'y a été compté qu'à peine plus de 60 pollens, il se dégage alors un aspect différent du paysage végétal que peut refléter la microflore. En effet, au niveau de Vi1 et de Vi3, se précise de façon notable la juxtaposition de pollens d'espèces d'origines diverses, d'espèces à caractère tempéré et méditerranéen s.s. entre autres, qu'il convient de ne pas exclure *a priori*, sous le seul prétexte de la pauvreté des microflore, comme des éléments possibles d'une flore *in situ* développée, à un certain moment du moins, au cours de la sédimentation. Quelles sont ces espèces ? Leur représentation pose-t-elle un problème ? C'est ce qu'il faut maintenant tenter de préciser.

a) parmi les essences à caractère tempéré, l'ensemble des analyses issues de Vi ont livré le tout petit nombre de pollens de Salicacées, *Ulmus*,

Alnus. Nous rappellerons avoir retenu comme possible l'idée de la persistance d'*Alnus* dans une flore aïdienne, sous des conditions semi-désertiques, au sein d'une association ripicole. Il ne paraîtrait pas aberrant, semble-t-il, d'y admettre également quelque espèce du genre *Salix*, comme il en existe dans les ravins humides des pentes méridionales de l'Atlas actuellement. Malheureusement nous ne sommes pas en mesure de préciser davantage la détermination de ces pollens signalés sous la dénomination "*cf. Salicacées*". Quant au genre *Ulmus*, dont on a déjà rencontré des pollens fossilisés dans les sédiments d'âge quaternaire ancien, alors considérés comme des apports atlasiques éventuellement dûs aux courants atmosphériques mais plus vraisemblablement au transport par l'eau, sa représentation dans les Monts d'Ougarta exclut que des pollens allochtones aient atteint cette région autrement que par le vent. Cherchant à préciser quelque peu, dans la nature actuelle, le biotope convenable au développement d'*Ulmus*, genre par ailleurs absent d'Afrique du Nord à l'état spontané, nous avons trouvé dans l'étude de A. HOROWITZ (1968), relative à la partie nord de la vallée du Jourdain (lac de Hula, lac de Tibériade), une allusion faite à la présence d'*Ulmus*, strictement limitée aux bords de rivières. Or cette région se situe, sur une carte pluviométrique donnée ultérieurement par le même auteur (1969, p. 359), essentiellement entre les isohyètes des 500-600 mm, sachant bien sûr que la Haute vallée du Jourdain est alimentée non seulement par des pluies locales mais également par les eaux reçues des montagnes environnantes. Par ailleurs, l'auteur précise qu'*Ulmus* pousse dans un biotope qui n'est pas influencé par les changements d'humidité et de température tant que coulent les rivières. Ces quelques renseignements nous paraissent précieux, car peut-être permettent-ils de ne pas exclure la possibilité qu'*Ulmus* ait fait partie d'une association ripicole, dans des conditions encore semi-arides. Et, en supposant que ces conditions aient été trop précaires, on est autorisé du moins à envisager qu'*Ulmus* ait pu se développer, au Sahara, au cours des phases pluviales, en bordure du réseau hydrographique, dans la vallée de la Saoura comme dans les vallées des Monts d'Ougarta. Aussi n'est-il pas très aisé de prendre parti dans le cas de cette analyse

précise des sédiments ougartiens de l'oued Farès. Peut-être, si des épisodes semi-arides ont favorisé des écoulements d'assez longue durée, peut-on envisager qu'*Ulmus* ait survécu à la faveur d'un milieu suffisamment humide. Mais il semble à peu près certain qu'il a participé à la flore contemporaine du Pluvial antérieur ougartien et même "des" Pluviaux antérieurs et il n'est pas impossible non plus que, ne résistant pas aux conditions climatiques plus précaires sous lesquelles s'est effectuée la sédimentation ougartienne, les pollens présents dans le conglomérat, pollens dont nous avons d'ailleurs noté l'altération assez accentuée, soient relictuels d'une flore contemporaine du Pluvial.

b) le groupe des essences à caractère méditerranéen s.s., si faiblement représenté en Vi2, est marqué d'une intéressante diversité si l'on considère en même temps les microflore issues de Vi1 et Vi3. Alors sont rassemblés *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus cf. phoenicea*, *Quercus* type "*ilex*", *Vitis vinifera*. L'origine des pollens de l'espèce indéterminée du genre *Quercus* reste discutable.

c) il n'est pas question, en conclusion de ces réflexions, de prendre le parti de réunir ces trois microflore analysées en une seule, par une simple addition du nombre des pollens des espèces, genres ou familles reconnues en chacune d'elles : ceci masquerait la réalité que nous avons voulu mettre en évidence, à savoir l'histoire complexe de la sédimentation, marquée d'une série de remaniements liés à des phases érosives suivies de remblaiements, dont résulte sûrement un mélange de pollens, originellement sédimentés à des moments différents. On peut toutefois proposer, non pas un aspect du paysage végétal fixé pour l'ensemble des temps qu'ont recouvert les processus de sédimentation, mais une image possible de ce paysage à différents moments de la sédimentation, aux moments caractérisés par les pluies les plus abondantes mettant en mouvement des coulées boueuses, mêlées d'un matériel grossier, qui sont à l'origine du conglomérat. Probablement, les pluies locales alors précipitées sur les Monts d'Ougarta et la Saoura ont créé un contexte au moins semi-aride, favorable au dévelop-

pement des essences les plus méditerranéennes, à celui, également, d'essences plus tempérées telles qu'*Alnus* et peut-être même *Ulmus* et des Salicacées trouvant une possibilité de survie au bord des oueds en activité. Mais, sans doute, une part seulement des microflores analysées est-elle vraiment contemporaine des épisodes pluvieux et l'évolution vers des phases périodiquement sub-arides-arides a permis aux essences plus inféodées au milieu désertique de coloniser plus largement les fonds d'oueds asséchés. Il faut garder présent à la pensée que chaque échantillon analysé peut contenir une fraction de microflore héritée des remaniements précédemment évoqués ainsi qu'une flore pollinique dispersée dans l'atmosphère au moment même où les pluies et donc les remaniements s'atténuant, les fonds d'oueds s'asséchaient partiellement ou totalement. C'est peut-être là la raison même de la persistance, précédemment notée comme une caractéristique des microflores étudiées, de l'abondant pourcentage des pollens de Graminées, car il n'est pas exclu qu'aux moments les plus secs se soit effectivement épanouie une pseudo-steppe à Graminées et *Acacia*, comparable à celle actuelle. Mais cette évocation nous a conduit à anticiper sur l'étude des microflores reconnues en Vm et que nous allons maintenant plus brièvement considérer.

2) Le conglomérat "Vm".

Les résultats de l'étude palynologique du ciment du conglomérat Vm sont exceptionnels du point de vue quantitatif. Nous suivrons le même processus de raisonnement que précédemment, les pourcentages de représentation des divers groupes d'éléments figurant sur le tableau XVIII.

a) le groupe des essences à caractère tempéré, principalement représenté en Vm3, compte *Alnus*, *Ulmus* comme en Vi, mais également *Carpinus*. Il n'est pas aisé d'envisager ce pollen autrement qu'issu d'un apport atlasique. *Carpinus* en effet peut difficilement être imaginé, à côté d'*Ulmus* et d'*Alnus* dans les conditions les moins défavorables précédemment envisagées. On peut rappeler (chapitre X) la présence d'un pollen de ce genre dans la poussière atmosphérique piégée à Béni-Abbès, pollen alors considéré comme un témoin de l'existence de *Carpinus*, dans le passé, sur les montagnes de l'Atlas d'où il a maintenant disparu.

b) le groupe des essences à caractère méditerranéen s.s. est, comme en Vi, spécifiquement bien diversifié et il est remarquable que l'échantillon Vm2 rassemble à lui seul des pollens de toutes les espèces déterminées dans l'ensemble des échantillons issus de Vm. Il faut considérer les pollens de *Cedrus cf. atlantica*, de même que dans les précédentes analyses, comme des pollens allochtones, peut-être aussi le pollen de *Quercus* dont l'espèce est inconnue. Mais l'ensemble des autres espèces forme un groupe cohérent, une association dénotant, ainsi qu'en Vi, l'intervention d'épisodes au moins semi-arides, dûs aux précipitations locales, dans les conditions antérieurement évoquées. Dans ce groupe, on retrouve *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Pistacia cf. atlantica*, *Phillyrea sp.* (Oléacée). *Phillyrea*, spécifiquement indéterminé, figure dans cette association comme une espèce probablement ripicole. A ce groupe, on peut associer *Argania*, présent en Vm2 seulement, dont la biologie est méditerranéenne, rappelons-le, bien que le genre figure, à côté d'*Acacia*, au nombre des éléments d'origine tropicale:

c) ici encore, il faut admettre que chaque microflore déterminée ne reflète pas l'existence simultanée des éléments représentés. Très probablement, la sédimentation du niveau Vm, comme celle du conglomérat Vi, résulte des vicissitudes du climat qui a plusieurs fois oscillé entre des conditions semi-arides et sub-arides-arides. C'est pourquoi, bien qu'il soit tentant de le faire, ce serait une erreur de rechercher une évolution de la flore au sein du conglomérat Vm. Une remarque nous paraît toutefois valable et elle a été déjà évoquée : c'est la dominance permanente du nombre des pollens de Graminées qui, peut-être, traduit le fond de la végétation au moment où a été mis en place le sédiment à chacun des niveaux étudiés, dans le paysage de la vallée de l'oued Farès dominerait alors une strate graminéenne à laquelle s'associerait *Acacia* dont la présence est attestée en chacune des analyses. Les variations des autres pourcentages importent peu, par contre, car selon toute vraisemblance, ils ne correspondent pas à une évolution réelle. Notons plus précisément au niveau de ce conglomérat, comme ce fut le cas en Vi, le caractère évaporitique très peu

marqué de la sédimentation, ce qui semblerait prouver que les conditions climatiques ont évolué entre des phases semi-arides au cours desquelles la pluviosité locale était suffisante pour compenser l'évaporation et des épisodes sub-arides-arides conduisant à un assèchement vraisemblablement total du lit de l'oued, comme c'est le cas dans la région du Kheneg et Tlaïa actuellement. Conservons cependant à cette dernière idée le caractère d'une hypothèse.

3) Le conglomérat "Vs".

On ne peut ici que rappeler son existence et remarquer qu'au nombre des pollens déterminés figurent ceux d'*Ulmus*, *Alnus*, *Taxus* (ce dernier sûrement allochtone, apporté par le vent) et *Quercus* type "*ilex*". Nous avons remarqué dès le début de cette analyse, le caractère déjà rubéfié de ce niveau auquel fait suite un paléosol rouge. De cette évolution pédologique sûrement anté-saourienne a résulté une destruction à peu près certaine, à la suite de phénomènes d'oxydation très prononcée, de toute la fraction organique présente dans le conglomérat, y compris la presque totalité de la flore pollinique.

IV. CONCLUSIONS.

A la suite des précédentes analyses et compte tenu de l'interprétation que nous en avons donnée, nous mesurons bien toute la fragilité de l'essai de compréhension de la composition des microflores qu'elles ont révélées. On eut aimé, au vu des résultats numériquement satisfaisants de la plus grande partie des analyses, pouvoir conclure en proposant une évolution de la flore et du paysage végétal au cours du dépôt des formations "versicolores" fluviatiles. L'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvée de reconstituer cette évolution, tient au fait même que les sédiments déposés ne traduisent pas, précisément, au niveau de chaque conglomérat, des périodes de sédimentation régulière, mais un ensemble de séquences dont ont résulté alternativement des phénomènes de sédimentation et d'érosion partielle du matériel précédemment mis en place.

De fait, au terme de cette étude qui a conduit à reconnaître que chacune des microflores en question ne peut sûrement représenter qu'une juxtaposition d'individus représentant des espèces n'ayant pas vécu simultanément, nous éprouvons quelque difficulté à saisir les limites extrêmes entre lesquelles ont pu se produire les oscillations climatiques entrevues par les géologues. La limite supérieure de pluviosité est d'ailleurs plus difficile à saisir que la limite inférieure qui dut se situer déjà au niveau d'une certaine aridité. A propos du groupe des essences à caractère tempéré nous avons été amenée à porter un jugement qui reste un peu hypothétique, à savoir l'éventuelle survivance de certaines d'entre elles en milieu localement humide : l'option prise est possible, semble-t-il, mais non certaine. Notons que l'on est frappé en abordant cette période du Quaternaire de voir l'association des éléments d'origine tropicale s'amenuiser à ce point, se réduisant à deux espèces dont l'une est vraisemblablement celle actuellement saharienne (*Acacia raddiana*) et l'autre, marocaine à l'état endémique (*Argania*). Quant au groupe des éléments à caractère méditerranéen *s.s.*, nous en avons justifié la possibilité de développement en nous appuyant sur le fait qu'on ne peut envisager la sédimentation ougartienne sans supposer de violentes pluies locales, donc des conditions au moins semi-arides sporadiquement. Par ailleurs, il est évident et l'examen sédimentologique et pédologique le prouvent, que les sédiments ougartiens d'origine locale ont été empruntés aux formations plus anciennes, villafranchiennes et même néogènes. On ne sait donc la part qui revient dans les diverses microflores aux éventuels pollens issus de sédiments remaniés. Cette distinction est d'autant plus difficile à faire que l'ensemble des pollens se sont montrés très altérés. Un certain nombre d'incertitudes planent sur ces analyses dont l'interprétation n'en reste pas moins soutenue par les observations géologiques et l'évidence que ces régions, maintenant désertiques, ont été le lieu, au cours de l'Ougartien, de conditions climatiques favorables à l'évolution et à l'épanouissement des industries acheuléennes, donc à une longue période d'occupation par l'homme.

C - FORMATIONS OUGARTIENNES DE L'OUED ALI.

Situé dans la partie nord-ouest du piedmont d'Ougarta, l'oued Ali, encore fonctionnel en période de fortes pluies d'hiver, prend sa source dans les djebels et coule à 5 km environ au Nord de l'oasis d'Ougarta, suivant une direction Est-Ouest (fig. 16). Les berges de l'oued sont constituées par une belle série ougartienne : la terrasse, bien développée dans la partie amont du cours de l'oued, montre selon une puissance de 4 m environ, les formations "versicolores" fluviatiles telles que nous les avons observées à l'oued Farès, mais ici surmontées de l'Ougartien terminal, partiellement représenté du moins. La stratigraphie de la terrasse ougartienne de l'oued Ali a été étudiée principalement par J. CHAVAILLON (1964, p. 158) qui, en divers niveaux de la série, a recueilli des pièces acheuléennes, dont certaines issues de la partie supérieure de la terrasse, correspondent incontestablement à l'acheuléen final (bifaces, hachereaux du type "Tabelbala-Tachenghit"). Melle ALIMEN y fit plus récemment (1962) de nouvelles récoltes, lors même de la mission destinée à effectuer les prélèvements en vue de cette étude palynologique. L'échantillonnage de ces prélèvements a été fait de façon que soient étudiés le maximum des niveaux ougartiens accessibles. La coupe, relevée sur la rive droite de l'oued, à proximité d'une "guelta" résiduelle de pluies récentes, se présente ainsi (fig. 30) (pl. VIII, fig. 2) :

- un travertin éclaté en reg (prélèvement 8) recouvre le sommet de la terrasse que scelle un banc gréseux en tablettes, épais de quelques dizaines de centimètres (prélèvement 7).
- un banc de sable gypseux, légèrement consolidé, est accessible sur une très faible épaisseur seulement (prélèvement 6). Les trois précédentes formations appartiennent à l'Ougartien final qui, d'après J. CHAVAILLON (*loc. cit.*), serait ici privé de sa partie tout à fait terminale.
- la coupe est ensuite masquée par des éboulis au-dessous desquels est visible un cailloutis peu consolidé à galets "versicolores" inclus dans un sable ocre "Vs", surmontant un niveau de sable gypseux épais de 1 m où a été effectué le prélèvement 5. La présence de ces éboulis empêche de préciser s'il s'agit de la base de "Vs" ou du niveau "Vm-s". Nous le désignerons par "Vs" (base).

- un conglomérat à ciment de sable grossier et galets abondants, représente, sur 1,50 m environ, l'Ougartien "versicolore moyen", "Vm".
- une couche sableuse blanche représente ici l'épisode intermédiaire "Vi-m", que nous n'avions pas observé à l'oued Farès (prélèvement 3).
- un cailloutis, à galets "versicolores" abondants et ciment sableux correspond à l'Ougartien "versicolore" inférieur, "Vi", épais d'un mètre au dessus du niveau atteint par l'eau de la "guelta". Les prélèvements 2 et 1 ont été effectués dans le sable.

L'étude de ces formations étant ancienne, comme c'était le cas de celles de l'oued Farès d'ailleurs, les quantités de sédiment traitées sont relativement faibles : 75 à 150 g suivant les échantillons. Au nombre de 8 échantillons analysés, deux seulement n'ont livré que des microflore sans signification parce que trop pauvres (échantillons 2, issu de Vi2 et 6, prélevé dans l'Ougartien final) (Tab. XIX).

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE DANS L'ENSEMBLE DES FORMATIONS OUGARTIENNES.

1) Le groupe des éléments d'origine tropicale rassemble ici davantage d'espèces que dans l'Ougartien de l'oued Farès. Outre *Acacia*, d'ailleurs mal représenté dans le seul niveau Vm et *Argania* (en Vi1), les genres *Cassia* (2 espèces différentes, mais indéterminables) et *Combretum cf micranthum* comptent quelques pollens dispersés soit dans les formations "versicolores" (*Cassia*), soit dans les niveaux appartenant à l'Ougartien terminal (*Combretum cf. micranthum*).

2) Quelques pollens d'*Alnus* sont présents, à l'état d'unité, en quatre niveaux Vi2, Vi-m, et dans l'Ougartien final. Ces pollens sont-ils des témoins d'un élément à caractère tempéré réellement "*in situ*", parce que pourvu d'une capacité d'adaptation écologique un peu particulière ?

Quelques pollens appartenant certainement au genre *Pinus* ont été classés dans une catégorie à part, car ce sont indubitablement des individus issus de remaniements, au vu de leur aspect et de leur mauvais état de conservation.

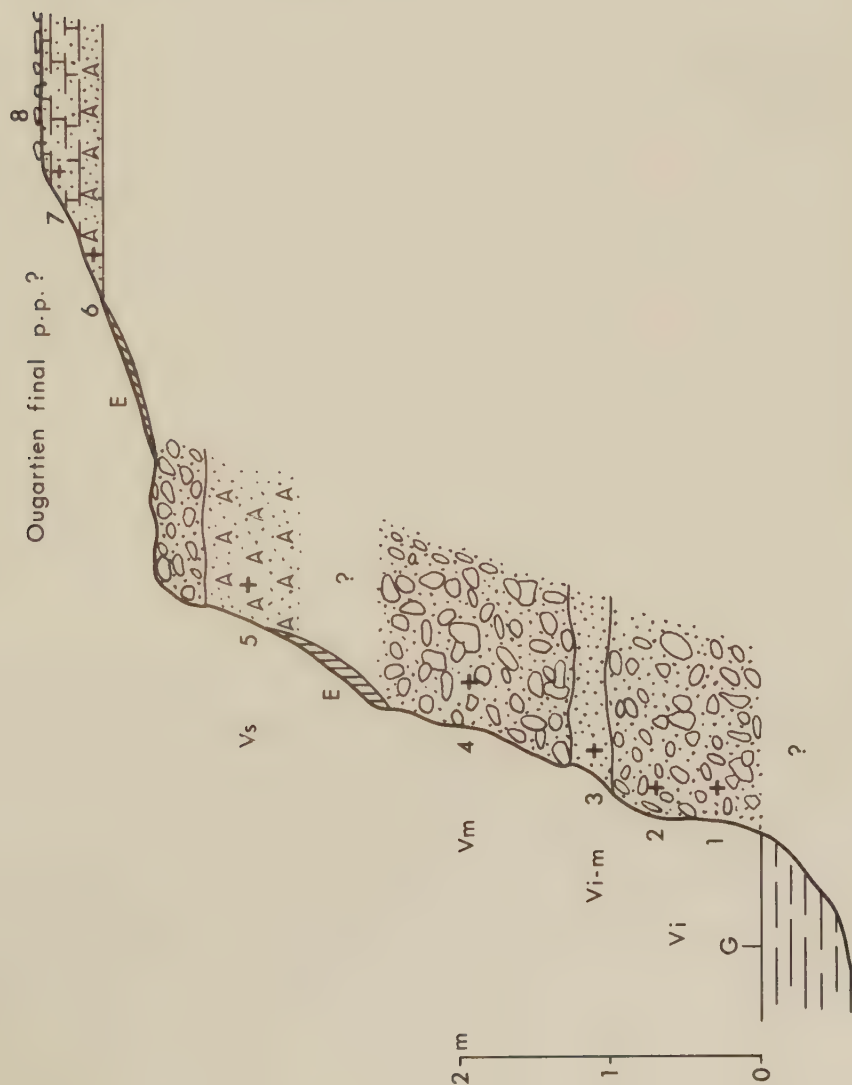


Fig. 30 Coupe dans les formations d'âge ougartien sur la rive droite de l'oued Ali.
 1,2 : niveau sableux à galets "versicolores" abondants ("Vi") - 3 : sable blanc ("Vi-m") - 4 : banc de sable grossier à galets abondants ("Vm") - 5 : sable gypseux surmonté d'un niveau de sable ocre, peu consolidé, à galets "versicolores" ("Vs") - 6 : sable gypseux légèrement consolidé - 7 : banc gréseux en tablettes - 8 : travertin éclaté en reg - 6,7,8 : Ougartien final p.p. -
 E : éboulis -
 G : "gualta".

3) Le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. est peu représenté en Vi, mais recouvre au niveau de Vm, Vs et de l'Ougartien final diverses espèces : *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus oxycedrus* parmi les Conifères, *Quercus* type "ilex", *Olea cf. europea*, *Pistacia sp.*, *Erica arborea*, *Vitis vinifera*, *Celtis* et une espèce de *Cistus*, que l'on a rattachée à ce groupe puisque le genre ne compte aucun représentant saharien.

4) Le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen est également bien diversifié comme il l'était à l'oued Farès. Pour en saisir mieux la composition, nous avons rassemblé les pourcentages des familles, genres ou espèces dont les pollens nous ont paru dominants, ou en quantité méritant d'être notée, soit dans l'ensemble des microflores, soit en l'une ou l'autre plus particulièrement.

	1	3	4	5	7	8
	Vi1	Vi-m	Vm	Vs	oug. fin.	?
<i>Ephedra cf. alata</i>	20%	+	12,5%	≈ 6%	≈ 17%	≈ 17%
Chénopodiacees halophiles	4%	+	24,5%	12%	≈ 17%	18%
<i>Cornulaca monacantha</i>	14%	+	+	10%	≈ 15%	≈ 7,5%
Composées (sauf <i>Artemisia</i>)	≈ 14%	13%	≈ 7,5%	10%	5%	8%
<i>Artemisia</i>	≈ 4%	+	≈ 8%	≈ 10%	≈ 8%	6%
Graminées	20%	44%	≈ 21,5%	≈ 25%	3,5%	12%
Crucifères	≈ 6%	≈ 8,5%	+	≈ 4%	+	3,5%
<i>Paronychia arabica</i>	+	-	+	+	≈ 7%	-
<i>Sclerocephalus arabicus</i>	+	+	8%	+	-	-
Ombellifères	+	+	+	-	7%	+

Quelques réflexions sont alors suggérées, au regard de ces pourcentages, considérés parallèlement aux données portées sur le tableau XIX.

a) il est ici encore assez remarquable que le pourcentage des Graminées soit notablement élevé dans les formations "versicolores" du moins. Toutefois, son importance n'est pas comparable à ce qu'elle était à l'oued Farès. D'une part, les valeurs même élevées, relevées à l'oued Ali n'atteignent pas celles notées à l'oued Farès (sauf en Vi-m : 44%). D'autre part,

ces valeurs encore importantes ne correspondent pas toujours aux pourcentages dominants en Vi1 et Vm par exemple). Enfin, il est tout à fait net que la représentation remarquable des Graminées est limitée aux formations "versicolores", les pourcentages des pollens de cette famille perdant leur importance au niveau de l'Ougartien final.

b) la représentation des espèces psammophiles est inégale, celle d'*Ephedra cf. alata* atteint des pourcentages variant entre les mêmes limites qu'à l'oued Farès, mais différemment répartis. L'espèce *Cornulaca monacantha* compte davantage de pollens à l'oued Ali, dans l'ensemble de l'Ougartien. A côté des pollens d'*Ephedra* et de *Cornulaca*, ceux de *Cyperus conglomeratus* sont présents de façon assez constante, ceux de *Calligonum* et *Moltkia* de façon plus épisodique, comme dans toutes les analyses généralement.

c) nous avons noté à l'oued Farès que le caractère évaporitique du milieu de sédimentation était en général à peine évident. Ceci n'est vrai à l'oued Ali qu'au niveau de Vi et Vi-m. Par contre, l'enrichissement en sels se manifeste au niveau de Vm notamment (24,5% de pollens halophiles), encore au niveau de Vs qui d'ailleurs est caractérisé par la présence de gypse, puis dans le niveau gréseux et le travertin de l'Ougartien final (17-18% de Chénopodiacées halophiles)

d) Les Composées (*Artemisia* non compris) sont représentées selon des quantités de pollens parfois assez élevées, mais n'atteignent cependant pas l'importance remarquée de temps à autre à l'Oued Farès. Le genre *Artemisia*, par contre, compte à l'oued Ali des pourcentages de pollens constituant une plus grande part de la microflore, ne dépassant pas toutefois 10%.

e) A côté de ces familles ou genres qui retiennent l'attention, soit en raison de leurs caractéristiques édaphiques, soit simplement pour la valeur que revêt en général le pourcentage de leur représentation dans la microflore, il faut noter quelques taxons qui, en tel ou tel niveau, prennent un certain intérêt :

- les Crucifères, dont la présence est à peu près permanente dans les différents niveaux et atteint jusqu'à 8%,

Eléments d'origine tropicale :

Acacia (gr. des "gommières")
Cassia (2 esp.) (Césalpiniacées)
Combretum cf. microanthum (Combrétacée)
Argania (Sapotacée)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Pinus (indéterminables, remaniés)

- à caractère tempéré :

Alnus

- à caractère méditerranéen s.s. :

Pinus cf. halepensis
Juniperus oxycedrus (Cupressacée)
Quercus type "*ilex*"
 autres *Quercus*
Olea cf. europea
Pistacia sp.
Erica arborea
Celtis (Ulmacée)
Vitis vinifera
Cistus sp.

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ziziphus Lotus (Rhamnacée)
Rhus tripartitum (Anacardiaceae)
Ephedra cf. alata
 Chénopodiacees type "*Atriplex*"
 autres Chénopodiacees (*Cornulaca p.p.*)
 Composées tubuliflores
 Composées liguliflores
Artemisia (Composée)
Centaurea (non *C. pungens*) (Composée)
 Graminées
Paronychia arabica (Caryophyllacée)
Sclerocephalus arabicus (Caryophyllacée)
Helianthemum (Cistacée)
 Crucifères
Plantago
 Ombellifères
Cyperus conglomeratus
Calligonum (Polygonacée)
Moltkia ciliata (Boraginacée)
Fagonia (Zygophyllacée)
Echium (Boraginacée)
 Scrophulariacées : cf. *Linaria*
Lotus roudairei (Papilionacée)
Gallium (Rubiaceae)
 Plumbaginacées
 cf. Solanées

Espèces à caractère hygrophile :

Tamarix

Indéterminés
 Indéterminables

nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale

% des éléments à caractère tempéré

% des éléments à caractère méditerranéen s.s.

1	2	3	4	4	6	7	8
Vi 1	Vi 2	Vi m	Vm	Vs	Oug.	fin.	p.p.
			1				1
		2	3	1			
1						1	2
1	1	2	5				
	1	1				1	1
			2	2		3	1
			3	1	1		
			4	4		3	6
				1		3	2
1			2	1			
			1				
1				1			1
			1				1
				1			
							2
1							
39	1	1	54	11	1	32	62
8	2	2	107	23		33	68
28	6	5	7	20	5	29	28
20	1	14	27	18		11	25
4		5	5	3	1		1
7	1	3	36	22		16	23
							2
38	7	64	93	46	1	7	46
4			1	1	5	14	19
6	2	1	27	4			
						1	
11	1	12	5	7	1	5	12
5		1	9	1		4	2
1		1	2		1	13	1
2	1	4	12	2		4	7
		2	1	1			3
				2		1	
		1		1			2
				1			
		16					
			1			1	
						1	
			1				
				1	2		14
1		1	1	3		4	3
10	5	4	20	8		11	40
189	29	143	434	186	18	197	375
+		≈1,5%	≈1%	+		+	0,8%
-		+	-	-		+	+
+		-	3%	≈5,5%		4,5%	≈3%

Tableau XIX. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge ougartien, étudiées sur la rive droite de l'oued Ali dans les Monts d'Ougarta.

- *Paronychia arabica*, beaucoup moins bien représenté qu'à l'oued Farès.
- *Sclerocephalus arabicus* (8% en Vm).
- plusieurs espèces d'Ombellifères non sahariennes.
- *Lotus roudairei*, espèce saharienne, strictement localisée dans les éboulis non ensablés.
- *Tamarix*, présent dans les niveaux supérieurs de la terrasse (Vs et Ugartien terminal).
- enfin, au nombre des pollens de certaines microflores, ceux du genre *Fagonia*, désertique, mais ceux aussi d'une espèce méditerranéenne du genre *Centaurea*, l'un et l'autre représentés dans l'Ugartien final.

II - ESSAI D'INTERPRETATION.

Après avoir donné une image globale de la composition de la flore pollinique dans l'ensemble des échantillons étudiés, nous essaierons de préciser cette image et sa signification, si toutefois cela est possible, au niveau de chacun des épisodes majeurs que révèle la sédimentation. A propos de l'étude de l'Ugartien fluviatile "versicolore" dans l'oued Farès, nous avons explicité l'aspect complexe du processus de sédimentation qui a conduit à l'édification d'une terrasse finalement peu développée en comparaison de celles plus anciennes. Les oscillations climatiques, de faible amplitude peut-être, qui ont présidé au dépôt des formations ugartiennes "versicolores" ont été généralisées à l'ensemble de la région "Monts d'Ougarta-Saoura"; aussi, l'histoire de la sédimentation ugartienne dans l'oued Ali est-elle sûrement aussi peu facile à comprendre qu'elle l'a été dans l'oued Farès. C'est pourquoi, de la même façon, nous ne pouvons retenir de l'étude de la microflore propre à chaque niveau, qu'une impression générale de ce que put être la végétation contemporaine de la mise en place du sédiment en question, en sachant que chaque microflore a très probablement hérité de pollens issus du remaniement de sédiments ugartiens plus anciens. Par rapport à la série

stratigraphique de l'oued Farès, nous avons à l'oued Ali, l'avantage de voir, dans la série étudiée, le niveau intermédiaire "Vi-m" et, sus-jacente aux formations "versicolores", une partie du moins de l'Ougartien final.

1) Le niveau à galets "versicolores" "Vi".

Deux échantillons issus du sable contenant les galets "versicolores" ont été analysés. L'un d'eux est très pauvre (Vi2 : 29 pollens). L'autre échantillon, Vi1, prélevé à la base du niveau, contient une microflore qui laisse dubitatif quant au caractère *in situ* de deux seuls pollens d'espèces méditerranéennes s.s. : *Olea cf. europea* et *Erica arborea*, auxquels d'ailleurs vient se joindre le pollen d'*Argania*, espèce que par contre on trouve actuellement en milieu déjà relativement aride dans le Sud-marocain. Notons qu'en Vi2, dans la très pauvre microflore, un pollen d'*Alnus* est présent. Une vue d'ensemble de ces deux microflores (alors que par ailleurs Vi1 compte 20% de pollens d'*Ephedra* et autant de Graminées) engagerait volontiers à voir en ces quelques pollens d'espèces étrangères au Sahara actuellement, des individus allochtones, issus peut-être de sédiments plus anciens et à considérer que les analyses de ces échantillons précis, choisis au sein de Vi, ne révèlent que des conditions tout au plus sub-arides. Il semble peu possible en effet, devant cette pauvreté en éléments méditerranéens s.s., de supposer des conditions semi-arides, d'autant qu'*Olea cf. europea* aussi bien qu'*Argania* peuvent survivre en milieu sec, bien que ce ne soit pas leur biotope d'élection.

2) Le niveau sableux "Vi-m".

Il correspond à une période de sédimentation calme. La microflore porte cependant, comme en Vi, la marque certaine de remaniements (pollens spécifiquement indéterminables, du genre *Pinus*). Le genre *Cassia*, dont les espèces sont restées indéterminées, est représenté à côté d'*Alnus* et d'un ensemble de pollens dominé par le pourcentage des Graminées (44%) et des Composées (13%), tandis que la microflore traduisant une végétation psammophile est à peine existante et que le milieu ne se révèle apparemment pas du tout évaporitique. La microflore de cet échantillon évoque des conditions sub-arides

auxquelles il est possible que certaines espèces de *Cassia*, parmi les plus sèches, se soient adaptées. Il serait raisonnable de considérer le pollen d'*Alnus* comme étranger à la flore pollinique contemporaine de cet épisode du moins.

3) Le niveau "Vm"

On peut encore voir en *Cassia*, d'ailleurs accompagné ici d'*Acacia*, plusieurs espèces sèches. Toutefois, l'abondante microflore déterminée dans l'unique échantillon issu de ce niveau, révèle la représentation par leurs pollens d'un ensemble d'espèces méditerranéennes s.s. qui, en supposant que ces pollens soient bien *in situ*, supposent des conditions semi-arides certaines nécessaires à leur développement. Le milieu, au point précis où a été effectué le prélèvement en Vm, semble avoir été favorable au développement des "psammophiles" dont *Ephedra cf. alata* (12,5%), mais surtout des Graminées. Il est également marqué d'un caractère évaporitique notable (24% de Chénopodiacées halophiles). Mais là encore, nous n'avons aucune certitude que l'analyse n'a pas révélé un mélange de pollens originaires de flores non contemporaines. Quelle que soit la part de remaniement au sein même du niveau Vm, il semble que l'on puisse dire que des conditions semi-arides ont existé au cours de son dépôt, à moins que ces espèces méditerranéennes aient une origine plus lointaine dans le temps. Elles seraient alors issues de formations d'âge quaternaire ancien, voire même de dépôts néogènes thermoclastés, puis entraînés par les pluies locales sous forme de coulées boueuses contenant des éléments détritiques plus ou moins grossiers.

4) Le niveau "Vs".

Au contraire du conglomérat "versicolore" supérieur, rubéfié dans toute son épaisseur à l'oued Farès, le conglomérat de même âge, à l'oued Ali, ne porte pas de traces d'altérations pédologiques ultérieures à sa formation. Il s'est en effet trouvé recouvert par les dépôts de l'Ougartien final qui l'ont protégé. C'est probablement à ces niveaux sus-jacents que l'on doit d'avoir trouvé une microflore dans l'échantillon prélevé à la base du niveau de Vs non altéré.

Il ressort de cette analyse une image de la composition de la microflore qui diffère peu, quant au groupe des éléments à caractère méditerranéen *s.s.*, de celle reconnue en Vm, si ce n'est peut-être que la composition spécifique de ce groupe y est moins variée. Du point de vue climatique on peut proposer que des conditions semi-arides aient présidé, à un moment quelconque ou en plusieurs fois, au dépôt de l'Ougartien "versicolore" supérieur. Espèces psammophiles, halophiles, Graminées sont bien représentées. Mais peut-être sommes-nous encore en présence d'un mélange de pollens dont on ne peut déterminer la signification.

5) L'Ougartien final p.p.

Rappelons que si l'on s'en tient aux données de J. CHAVAILLON (1964, p. 161), l'Ougartien final n'a été, à l'oued Ali, que partiellement préservé des phénomènes d'érosion ultérieure à son dépôt. De ce fait, nous n'aurions, à partir du petit niveau sableux dans lequel a été effectué le prélèvement 6, qu'une partie de l'Ougartien final.

Le passage de l'Ougartien "versicolore" à l'Ougartien final marque une évolution très nette du faciès sédimentaire et des caractères pétrographiques des formations en question. D'après J. CHAVAILLON (*loc. cit.*) l'étude sédimentologique des sédiments de l'Ougartien final, principalement dans les niveaux inférieurs qui font l'objet de cette analyse, révèle un caractère éolo-fluviatile.

L'échantillon 6 s'est lui-même montré presque stérile bien que, parmi le tout petit nombre de pollens comptés l'un d'eux appartienne à *Juniperus oxycedrus*. On ne peut savoir si son origine est bien lointaine. Il est peut-être hérité des formations "versicolores" supérieures sur lesquelles repose le sable ici étudié, ou bien même être un témoin de la flore environnante dont les pollens ne se seraient pas conservés en ce milieu très enrichi en gypse.

L'échantillon 7 rassemble en sa microflore des pollens de *Combretum cf. micranthum* (dont on a précisé la limite septentrionale dans le Tagant qui

reçoit 100 à 200 mm de pluies annuelles), *Alnus*, *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*" et d'une autre espèce du genre *Quercus*.

On peut tout à fait envisager la présence de *Combretum cf. micranthum* dans une flore sèche sub-aride comptant toutes les espèces qui sont rassemblées dans le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, mais alors il faut supposer étrangers à cette microflore, *Alnus* en premier lieu, puis *Pinus cf. halepensis* et *Quercus* type "*ilex*".

La composition de la microflore représentant les espèces à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen signifie par ailleurs un développement non-négligeable des espèces psammophiles (*Ephedra*, *Cornulaca* qu'accompagnent ici *Cyperus conglomeratus* et *Moltkia ciliata*). Le pourcentage des Graminées est par contre devenu très faible (3,5%). Plusieurs espèces d'Ombellifères non-sahariennes (7%) appuieraient l'hypothèse de conditions sub-arides plutôt que semi-arides car on compte bien peu de "méditerranéennes s.s." pour parler de semi-aridité. Les pollens de ces dernières espèces ainsi que celui d'*Alnus* seraient alors allochtones. De fait, nous hésitons beaucoup à opter pour un contexte sub-aride plutôt que semi-aride, cependant le changement de faciès sédimentaire implique un changement du régime climatique, de la fréquence et de la violence des pluies. Des pluies moins violentes peuvent aussi s'être trouvées réparties plus régulièrement et transformer le cours des oueds en écoulements lents, superficiels, plus ou moins divaguants d'autant que le talweg de l'oued Ali dut être très large si l'on en juge par son aspect actuel. Peut-être faut-il envisager le dépôt de ce banc sableux plus tard grésifié, sous des conditions plutôt sub-arides sans exclure la possibilité que *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*" aient végété sur les pentes des djebels. Le milieu est par ailleurs assez nettement évaporitique (17% de Chénopodiacées halophiles).

L'échantillon 8 est un fragment du travertin recouvrant le banc gréseux et témoignant de l'extension d'une nappe d'eau superficielle, peut-être locale, en certains points du lit de l'oued. Ce travertin en effet, d'après J. CHAVAILLON (*loc. cit.*, p. 161) n'existe que de façon sporadique.

La microflore décelée dans cette formation compte, parmi les essences d'origine tropicale, *Acacia* et *Combretum cf. micranthum* dont on peut faire une association sèche, désertique, aussi bien que sahélienne et semi-aride. *Alnus* est encore présent et les pollens du groupe des "méditerranéennes s.s." témoignent de la représentation dans la microflore de *Pinus cf. halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *Erica arborea* et *Celtis*. La présence de l'espèce malheureusement indéterminée de ce dernier genre est intéressante, car la connaissance des exigences écologiques de *Celtis* dans la nature actuelle permet une approximation des conditions d'humidité que sa représentation peut laisser présumer. Selon Th. MONOD (1963, texte ronéo., p. 112-113). *Celtis australis*, espèce septentrionale d'ailleurs présente dans certaines associations ripicoles actuelles dans l'Atlas (*cf.* chapitre IV), ainsi que *Celtis integrifolia*, sahélo-soudanaise, nécessitent 450 mm au moins de pluies annuelles. *Celtis integrifolia* vit dans la zone sahélienne, au bord des étangs et des courants intermittents. A l'état fossile, dans les analyses précédentes, *Celtis* a été rencontré dans les formations aïdiennes de Mazzer, mais dans le contexte d'une microflore allochtone venue de l'Atlas. Dans le cadre des formations ougartiennes de l'oued Ali, les exigences hydriques de *Celtis* supposent, si l'espèce est vraiment contemporaine du dépôt, une pluviosité qui se situe dans les limites de la semi-aridité, mais dépasse un peu les 350-400 mm, valeur pour laquelle nous avons pensé possible la coexistence de certaines essences d'origine tropicale, des espèces méditerranéennes s.s. et de celles à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, compte tenu de l'individualisation locale de biotopes particuliers favorables aux espèces les moins privilégiées. Il faut ici noter la présence du genre *Tamarix*. Mais est-il impossible de penser que *Celtis* ait pu survivre sous les conditions semi-désertiques que nous venons d'évoquer, comme une espèce ripicole, à côté de *Vitis vinifera* ou d'*Erica arborea* ?

Si la microflore présente dans le travertin étudié ne résulte pas d'une juxtaposition de microflores issues de remaniements, le petit groupe des espèces d'origine tropicale associé à celui des espèces à caractère méditerranéen s.s. implique des conditions semi-arides au moment de la for-

mation du travertin. Le milieu encore sableux dans lequel s'est individualisé ce dépôt travertineux était favorable au développement des psammophiles (17% de pollens d'*Ephedra* et 7,5% de pollens de *Cornulaca*, mais aussi le talweg de l'oued Ali ou les bords des eaux qui y formaient des nappes plus ou moins locales et peut-être stagnantes, étaient occupés par une flore halophile (18% de Chénopodiacées).

III - CONCLUSIONS.

De ces réflexions qui ont paru ardues en raison du processus particulier selon lequel s'est effectuée la sédimentation ougartienne, dans sa partie conglomératique "versicolore" du moins, il ressort qu'à l'oued Ali, la microflore de l'échantillon étudié au niveau de Vi témoigne plutôt d'une phase sub-aride au cours de la sédimentation, ce qui ne signifie pas forcément qu'un autre échantillon prélevé en un point différent aurait livré une microflore ayant même signification. L'épisode climatique marqué par le dépôt du petit niveau sableux Vi-m est apparu également sub-aride, mais au niveau des prélèvements en Vm et Vs, se manifestent au contraire des conditions plus voisines de la semi-aridité. Au-dessus de Vs, la nature du faciès ne traduit plus ces oscillations entraînant les remaniements qui ont marqué toute la partie conglomératique "versicolore" de la terrasse. A travers les microflores analysées il apparaît, dès le début de la sédimentation de l'Ougartien final un contexte climatique sub-aride qui évoluerait au niveau du travertin de surface vers des conditions plus nettement semi-arides, peut-être temporaires, puisque d'après J. CHAVAILLON, la partie terminale de l'Ougartien, que nous n'aurions pas atteinte ici, témoignerait d'un climat aride dominant.

D - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS OUGARTIENNES.

C'est avec une extrême prudence que seront proposées les caractéristiques climatiques qui semblent pouvoir être définies à la suite de cette étude des formations ougartiennes de l'oued Farès et de l'oued Ali, tous deux sous la dépendance des Monts d'Ougarta. A propos des analyses relatives à l'Oued Farès principalement, on s'est beaucoup attaché à préciser le contexte général dont résulte la sédimentation des formations "versicolores", contexte qui reste le même quant au dépôt des formations contemporaines dans l'oued Ali. On se limitera à rappeler, dans ces conclusions, le caractère essentiellement autochtone des sédiments ougartiens dans les chaînes d'Ougarta mais également dans la vallée de la Saoura, bien que nous n'ayons pu faire aucune étude palynologique des formations de l'oued principal, où elles sont quasiment inaccessibles parce que recouvertes par les alluvions du Quaternaire récent. Par ailleurs, il faut également insister sur le caractère illusoire que présente l'apparente simplicité de la série stratigraphique ougartienne, quel que soit le lieu géographique où les géologues ont pu l'étudier. Partout où l'on observe la succession des conglomérats fluviatiles "versicolores", leur développement, relativement faible (4 m au maximum) en comparaison des formations sédimentées lors des cycles antérieurs, ne peut s'expliquer que si l'on admet que chacun des cailloutis ou niveaux conglomératiques aussi nettement individualisés (Vi, Vm, Vs), résulte d'une alternance de séquences pluvieuses ou sèches, ayant pour conséquence un remaniement périodique des sédiments mis en place lors d'un épisode antérieur favorable à la sédimentation. Comparativement, d'autre part, à la durée des temps préhistoriques qu'a dû recouvrir l'évolution des civilisations acheuléennes dont l'Ougartien final atteste l'épanouissement, d'après les témoignages d'industries qu'il a livrés, on ne peut effectivement comprendre la puissance relativement faible de la totalité des dépôts ougartiens, sans les perpétuels remaniements précédemment évoqués à propos des conglomérats "versicolores". C'est alors que devient extrêmement complexe, la compréhension de la composition des microflores polliniques reconnues dans les échantillons prélevés en divers

points des terrasses étudiées, échantillons choisis de façon que soient analysés des témoins des différents faciès individualisés (faciès conglomératiques "versicolores", faciès sableux correspondant à des épisodes intermédiaires entre les phases de dépôt des précédents conglomérats, faciès de l'Ougartien final enfin).

Deux réflexions déjà s'imposent au vu de cette complexité :

- d'une part, il est tout à fait probable qu'une flore pollinique issue d'un échantillon donné, traduise les conséquences de ces remaniements fréquents en rassemblant des pollens d'espèces n'ayant pas vécu dans le même laps de temps.

- d'autre part, dans la mesure où plusieurs flores¹ polliniques ont été analysées au sein d'un même niveau conglomératique (ceci est valable pour l'oued Farès principalement), il devient alors impossible d'envisager de rechercher une quelconque évolution de la végétation, parallèlement à la sédimentation.

Ces constatations sont d'autant plus regrettables, qu'il s'est avéré que les échantillons prélevés aussi bien dans la terrasse de l'oued Farès que dans celle de l'oued Ali, se sont montrés, à quelques exceptions près, assez riches en pollens, plus riches même que la majorité des échantillons issus des formations plus anciennes, si l'on tient compte du fait que les échantillons prélevés dans l'Ougartien n'ont été traités qu'en petites quantités comparativement aux poids souvent considérables des autres sédiments analysés.

En conséquence, le seul parti que l'on puisse tirer d'analyses effectuées dans ces dépôts "versicolores" génétiquement si complexes, est une image globale de la composition de la microflore à l'échelle de l'ensemble d'un niveau, d'un conglomérat ou d'un cailloutis, image traduisant une juxtaposition possible, dans le paysage végétal, d'espèces d'origines diverses à un moment où à divers moments les plus favorables au développement de l'association ainsi perçue. Correspondant à cette association, peut alors être

proposée une nuance climatique déterminée. C'est ainsi qu'un échantillonnage effectué à la façon de celui de l'oued Farès, où plusieurs prélèvements ont été analysés dans un même niveau, donne la possibilité de résultats moins aléatoires qu'une étude telle que celle de l'oued Ali où chaque unité stratigraphique n'est caractérisée que par la microflore issue d'un seul échantillon. Il en résulte par exemple, qu'à partir des analyses de trois échantillons prélevés en Vi à l'oued Farès la microflore globale semble mettre en évidence des conditions climatiques au moins sporadiquement semi-arides tandis que, dans le même cailloutis Vi de l'oued Ali, il ne ressort de la seule microflore de l'échantillon Vi1 (Vi2 étant quasi stérile) que l'impression d'une nuance climatique sub-aride. De fait cette observation ne concernait, semble-t-il, que le niveau Vi.

Ces considérations d'ordre général font apparaître, dans une certaine mesure, les limites mêmes de la Palynologie et la nécessité de bien garder présente à l'esprit la conviction qu'elle ne peut constituer, quant à l'étude du Quaternaire du moins, et des sédiments pauvres notamment, une méthode en soi, mais doit entrer dans le contexte plus général des diverses voies d'accès à la connaissance de cette époque.

Ceci étant, les grandes lignes de ces conclusions peuvent être exprimées ainsi :

1) Du point de vue floristique.

La juxtaposition d'essences d'origines diverses se retrouve à travers l'ensemble des analyses, avec cette différence toutefois, que l'on voit considérablement restreint le groupe des éléments d'origine tropicale. A l'oued Farès principalement, il est limité à l'association *Acacia* (probablement *Acacia raddiana*), *Argania* (dont l'écologie est méditerranéenne), auxquels se joignent à l'oued Ali, *Cassia* et, à l'Ougartien final, *Combretum cf. micranthum*. Autrement dit, à travers ces essences, apparaît une influence méridionale relativement sèche dominante, malgré l'imprécision afférente aux espèces représentant le genre *Cassia*. Quelques essences à caractère tempéré interviennent dans certaines analyses : au nombre de celles-ci *Alnus* et peut-

être *Ulmus* et des Salicacées ont paru pouvoir trouver place dans des associations ripicoles au bord des oueds en activité, à moins qu'il ne s'agisse d'espèces ayant vécu lors du Pluvial ougartien ou à des époques antérieures et dont les pollens seraient remaniés. Au nombre des essences à caractère méditerranéen s.s., on compte celles rencontrées dans les précédentes analyses : *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus cf. phoenicea*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Erica arborea*, *Phillyrea sp.*, *Vitis vinifera* auxquels se joint *Celtis*, espèce dont les exigences hydriques ont été notées mais qui, probablement trouve place dans une association ripicole à l'Ougartien final. Quant au groupe des éléments à caractère désertique subméditerranéen-méditerranéen, il faut retenir principalement la permanence d'un pourcentage élevé et souvent dominant des pollens de Graminées dans les formations "versicolores", pourcentage qui marque une chute très nette à l'Ougartien final. Le problème des remaniements intervenant également au niveau de cet ensemble d'éléments, on ne peut attacher d'importance aux variations des pourcentages de tel ou tel genre ou espèce plus précisément, au sein des formations "versicolores" du moins. Seule, semble valable quantitativement, l'importance permanente des pourcentages de Graminées qui évoquent en ces vallées des Monts d'Ougarta, une association voisine de celle que Ph. GUINET (1954, 1958) a définie dans le paysage actuel comme une "pseudo-steppe arborée à *Acacia-Panicum*". Il est possible qu'au cours des épisodes les plus secs, la strate graminéenne ait pris une extension notable.

2) Du point de vue climatique.

Compte tenu des réserves précédemment exprimées et de l'impossibilité de donner à la composition de chacune des microflores analysées une signification climatique précise, on ne peut que traduire la probabilité d'oscillations entre certaines limites, au cours de la mise en place des différents niveaux conglomératiques du moins.

a) au cours de l'édification de Vi, l'ensemble des microflores analysées à l'oued Farès font apparaître que des conditions semi-arides ont, peut-être plusieurs fois, alterné avec des phases assez voisines de l'aridité.

A l'oued Ali par contre, de la seule microflore numériquement valable, il ressort plutôt l'expression d'une nuance sub-aride du climat, mais comme cela a été précisé, cette analyse est probablement insuffisante pour traduire la nuance moyenne du climat pendant cette période.

b) le niveau sableux Vi-m, non individualisé à l'oued Farès, étudié par contre à l'oued Ali, traduirait assez nettement, en l'absence de toute flore pollinique correspondant à des essences méditerranéennes s.s., un passage par des conditions sub-arides, sans que se révèlent des conditions de milieu particulièrement favorables au développement des espèces psamphiles ou halophiles. Le milieu semblerait, à cette époque, colonisé par une strate graminéenne très développée (pourcentage dominant des pollens de Graminées : 44%).

c) au cours de l'édification de Vm, les microflores décelées à l'oued Farès sont riches et plus nombreuses que celle, unique, analysée à l'oued Ali. Les unes et les autres cependant attestent de conditions semi-arides certaines, probablement encore sporadiques et alternant avec des phases sèches. La strate graminéenne toujours présente à l'oued Farès reste abondante, mais parfois en concurrence avec d'autres espèces à l'oued Ali. Seule cependant, la permanence des pourcentages élevés de Graminées mérite d'être retenue comme un enseignement valable fourni par le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen.

d) au cours de l'édification de Vs, des conditions semi-arides ont été décelées à l'oued Ali, tandis qu'à l'oued Farès l'évolution pédologique, qui a conduit à la formation du paléosol rouge "S", a fortement atteint le conglomérat "versicolore" supérieur sous-jacent, au point de détruire, par oxydation vraisemblablement, la plus grande partie de la flore pollinique dont le reliquat demeure sans signification.

Rappelons ici d'ailleurs, l'importance que revêt, dans les formations "versicolores" de l'oued Farès le pourcentage des "Indéterminables" dont peut-être la connaissance spécifique, si elle avait été possible, eut modifié quelque peu l'image de la composition des diverses microflores.

e) au cours de la sédimentation de l'Ougartien final, inexistant à l'oued Farès, partiellement représenté parce qu'érodé à l'oued Ali, selon J. CHAVAILLON, le contexte climatique apparaît d'abord sub-aride au niveau du banc gréseux en tablettes, mais évolue vers une phase probablement semi-aride qui a déterminé, localement au moins, la formation de travertins.

Ces données, réunies à la suite d'analyses polliniques délicates à interpréter parce que le contexte géologique est lui-même très complexe, ne prétendent pas apporter un éclairage définitif sur les flores contemporaines de l'Ougartien, pas plus que sur la nature du climat. Comparées aux conclusions climatiques des géologues, elles se révèlent ne pas les corroborer très exactement. Si l'on se rapporte aux hypothèses formulées par J. CHAVAILLON, il s'avère que cet auteur a établi un schéma climatique relativement précis auquel les incertitudes de l'étude palynologique, secondaires à la complexité des événements géologiques, ne permet guère de comparer nos propres résultats. Cet auteur évoque un hiatus sédimentaire entre Vm et Vs, lié à "la présence d'un sol brun-jaune indiquant un climat qui rappellerait peut-être celui de la zone soudanaise actuelle" (*loc. cit.*, p. 187). A ce sujet on eût souhaité que la palynologie puisse venir préciser cette idée à laquelle l'auteur garde un certain caractère hypothétique. Malheureusement, l'échantillon prélevé au niveau supérieur de Vm a été stérile en pollens à l'oued Farès et nous avons vu la pauvreté des échantillons issus de Vs. A l'oued Ali, la partie supérieure de Vm et la base de Vs n'ont pas été échantillonnées parce que plus ou moins masquées par des éboulis. Ce que l'on peut dire seulement, c'est que si l'on juxtapose les données des analyses obtenues au niveau de Vm et Vs à l'oued Farès et à l'oued Ali, il existe du point de vue palynologique un hiatus des données correspondant précisément à ce qui, pour J. CHAVAILLON, représente "peut-être" un épisode à caractère soudanais. Si les niveaux en cause n'étaient pas stériles en pollens, les microflores leur correspondant devraient alors confirmer ou infirmer cette hypothèse. La palynologie n'étant pas en mesure d'apporter un document complémentaire, on ne peut que remarquer que, de part et d'autre de ce hiatus dans le temps, les microflores, même si elles sont marquées d'un mélange de

pollens de flores non contemporaines, dû à des remaniements, n'en restent pas moins des témoins d'un climat de type méditerranéen. Il a paru opportun de signaler cette remarque sans que pour autant elle permette de juger de l'hypothèse de J. CHAVAILLON. De son côté G. CONRAD (1969, p. 255) exprime que "la nature sub-aride du climat zonal de cette époque peut être précisée dans les Monts d'Ougarta". Nous pensons qu'il faut caractériser de façon moins statique le climat qui a régné lors de la phase sédimentaire du cycle ougartien et lui prêter une plus large amplitude de variation entre les limites sub-arides-semi-arides, comme d'ailleurs l'évoque le même auteur quelques lignes auparavant, à propos des marges sahariennes septentrionales.

CHAPITRE XIV

LE QUATERNAIRE RECENT

Au cours de la dernière grande période qui marque la fin des temps quaternaires se succèdent, comme au Quaternaire ancien puis au Quaternaire moyen, deux cycles sédimentaires : le Saourien et le Guirien.

L'un et l'autre cycles comportent une phase d'érosion intense à laquelle fait suite, lors du Saourien, un épisode sédimentaire d'une grande importance, lors du Guirien, une phase d'alluvionnement beaucoup moins puissante (H. ALIMEN, 1952; J. CHAVAILLON, 1964; G. CONRAD, 1969).

Les terrasses alluviales saouriennes et guiriennes, au contraire de celles construites dans les temps plus anciens, sont caractérisées par une extension relativement restreinte, limitée principalement aux vallées des oueds actuels, et une remarquable unité de faciès, essentiellement sableux, interrompu seulement par des niveaux calcaréo-sableux ou de rares intercalations de cailloutis. C'est probablement au Saourien que le système dunaire a acquis les traits principaux de sa morphologie actuelle. Vers la fin de ce dernier cycle, l'Erg évoluera vers une forme proche de celle du Grand Erg Occidental, tel que nous le connaissons actuellement.

Les témoignages de la présence de l'Homme sont connus dans la vallée de la Saoura et dans les Monts d'Ougarta. Aux populations acheuléennes qui ont évolué en cette région tout au cours de l'Ougartien, succèdent les populations atériennes dont les industries lithiques datent, partiellement du moins, la terrasse saourienne. C'est au cours du Guirien que s'épanouit la civilisation néolithique. Nos connaissances chronologiques relatives à ces deux périodes sont maintenant étayées d'un certain nombre de datations obtenues par la méthode du Carbone 14.

La fin du Cycle guirien est marquée, dans la morphologie des vallées, par l'intervention d'une nouvelle phase d'érosion qui ouvre le cycle des temps actuels, mettant en évidence une terrasse guirienne bien individualisée par rapport aux talwegs actuels des oueds.

FORMATIONS SEDIMENTEES AU SAOURIEN

(PREMIERE PARTIE DU QUATERNAIRE RECENT)

A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE SAOURIEN.

I - EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET FACIES SEDIMENTAIRE.

1) Dans la vallée de la Saoura, la puissance de l'érosion est telle qu'au début du Saourien, le creusement atteint en certains points une profondeur de 24 m par rapport au sommet des formations ougartiennes terminales. L'érosion saourienne s'exerce sur une largeur limitée du profil transversal des vallées mais, comme ce fut le cas au Taourirtien, elle agit en profondeur jusque dans les formations antéquaternaires, portant même en quelques points de la Basse Saoura, le nouveau talweg à un niveau inférieur de 3 à 4 m à celui du talweg actuel, ainsi qu'en témoignent alors les formations inférieures de la terrasse construite postérieurement. La période de sédimentation qui fait suite au creusement présente également une importance considérable dans la vallée de la Saoura. La puissance de la terrasse saourienne, bien que variable en des points parfois géographiquement rapprochés, y atteint cependant 18 à 24 m au-dessus du lit actuel de l'oued. Les sédiments déposés sont le plus souvent superposés aux alluvions d'âge quaternaire moyen érodés (Taourirtien et Ougartien). Nous avons déjà caractérisé la sédimentation saourienne par la permanence, dans toute l'épaisseur de la terrasse, d'un faciès sableux (sables à caractère éolien, fluvio-éolien ou fluvio-lacustre, d'après l'étude sédimentologique de J. CHAVAILLON, 1964), dont l'unité n'est qu'à peine rompue par la présence de strates calcaréo-sableuses d'origine lacustre. Les sables saouriens, meubles, parfois légèrement consolidés, ont une couleur qui varie au cours de la sédimentation du gris au brun-rouge; ils prennent, sous le soleil, une teinte

particulière, familière au géologue pour qui "les sables gris-vert" caractérisent la terrasse saourienne que l'on peut suivre selon une remarquable continuité depuis Igli, au confluent du Guir et de la Zousfana, jusqu'à Ksabi, 250 km plus au Sud (*cf.* Fig. 2). De très nombreuses coupes choisies tout au long de la Saoura ont fait l'objet d'une étude stratigraphique et sédimentologique très précise par J. CHAVAILLON (1964). G. CONRAD (1969) a envisagé plus succinctement cette période saourienne qu'il dénomme "Pléistocène supérieur", la séparant du Guirien qui, selon sa terminologie représente l'Holocène. L'homogénéité de la sédimentation n'exclut pas pour autant une certaine complexité due au fait que la puissance de la terrasse est variable et que la succession des niveaux sableux n'est pas identique d'une coupe à l'autre. C'est pourquoi nous-même nous limiterons à décrire chacune des coupes étudiées du point de vue de la palynologie, sans avoir au préalable présenté une série stratigraphique type à laquelle ne se superposerait précisément aucune des coupes analysées.

2) Dans les Monts d'Ougarta, le creusement des vallées atteint surtout, à l'amont, la terrasse édifiée au Quaternaire moyen (l'Ougartien principalement). La sédimentation, comme dans la vallée de la Saoura, est homogène et la stratigraphie montre une alternance de strates sableuses jaunâtres ou noirâtres dont la puissance ne dépasse pas 10 m.

Rappelons enfin, que des témoins de la civilisation atérienne existent vers la base de la terrasse saourienne, dans les Monts d'Ougarta, mais également dans la Saoura.

II - LOCALISATION DES PRELEVEMENTS.

L'analyse palynologique des formations saouriennes concerne des sites par ailleurs très précisément étudiés par H. ALIMEN (1957 c), J. CHAVAILLON (1964), F. BEUCHER et J. CONRAD (1963), puis G. CONRAD, (1969, p. 264), enfin H. ALIMEN, F. BEUCHER, L. CASTA, E. EHRLICH (1971) :

1) Dans la vallée de la Saoura :

- le niveau de lignite de la base de la terrasse, à Bou Hadid.
- la terrasse saourienne en aval de l'oasis d'el Ouata.

2) Dans les Monts d'Ougarta, la belle falaise sableuse d'âge saourien, superposée à la terrasse ougartienne précédemment étudiée, près du confluent de l'oued Farès et de l'oued el Abiod.

B - LE NIVEAU LIGNITEUX DE BOU HADID (VALLEE DE LA SAOURA)

L'oasis de Bou Hadid est située sur la rive gauche de la Saoura, 40 km environ au Sud de Béni-Abbès (Fig. 16). A la faveur du creusement d'un puits dans sa palmeraie, une coupe d'une dizaine de mètres a été mise à jour montrant la stratigraphie des formations saouriennes en cet endroit, où elles correspondent approximativement à la partie inférieure de la terrasse. En effet, sus-jacent à quelques mètres de sables tout à fait inférieurs, gris-vert à la base, puis noirs, mêlés de débris organiques (ancien sol marécageux), un niveau de lignite a été décelé en 1960 et plus particulièrement analysé par G. CONRAD ultérieurement. Ce niveau, ainsi que les sables dans lesquels il se trouve intercalé, ont fait l'objet d'une étude stratigraphique, sédimentologique, étayée de données palynologiques et de mesures d'âges radiométriques (Fr. BEUCHER et G. CONRAD, 1963), (G. CONRAD, 1969). D'après ce dernier auteur (*loc. cit.* p. 264) : "le niveau de lignite, épais de 0,80 m, se compose dans le détail de trois horizons : au sommet une masse ligniteuse, indurée, de 20 cm (échantillon 8), puis une zone sableuse, de 20 à 30 cm (échantillon 9) et 20 cm de sable tourbeux (échantillon 10)". Les plus récentes datations, effectuées par le Laboratoire des Isotopes Inc. à Westwood (U.S.A.), ont précisé l'âge radiométrique des échantillons 10 et 8 :

- échantillon 10 : âge radiométrique > 39.900 B.P., soit 37.900 B.C.
- échantillon 8 : âge radiométrique > 38.000 B.P., soit 36.000 B.C.

Cela signifierait que le début de l'édification de la terrasse saourienne est antérieur à 40.000 ans, compte tenu des quelques mètres de sables inférieurs qui séparent le lignite du substratum paléozoïque, tournaisien en cet endroit.

L'étude palynologique a été limitée au niveau ligniteux, c'est-à-dire à des fractions (E10, E9, E8) de chacun des prélèvements effectués dans les trois horizons qui le composent. Les analyses étant très anciennes, de faibles quantités de sédiment ont alors été traitées (50 g), ce qui est regrettable au vu du nombre des pollens comptés, relativement satisfaisant pour deux des microflore du moins : 150 (E10), 213 (E9) et 44 (E8).

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Bien que la nature pétrographique du niveau étudié ne soit pas parfaitement homogène dans toute son épaisseur, il semble que l'on ne puisse considérer que globalement les résultats des analyses que rassemble le tableau XX. Ceci paraît d'autant plus logique que l'étude granulométrique comparée des sables noirs, sous-jacents au niveau ligniteux et de ceux contenus dans celui-ci même, révèlent selon G. CONRAD (1963), une quasi identité d'origine : sables fluviatiles fins, dont les courbes présentent deux maxima. Une différence a été observée au niveau de la morphoscopie des grains de quartz qui apparaissent non usés dans le lignite, tandis que le sable noir sous-jacent rassemble des grains non usés, émoussés luisants et aussi de rares grains ronds mats. De fait, l'ensemble des sables noirs et du niveau ligniteux à trois horizons de faciès quelque peu différent, correspond à une seule couche organique qui, sur 1,50 m, résulte de l'évolution d'un sol marécageux, évolution liée à des microvariations des conditions climatiques. La composition des microflores reconnues en E10, E9, E8 suggère les remarques suivantes :

1) Il n'apparaît dans les échantillons analysés, aucun pollen représentant quelque élément que ce soit d'origine tropicale.

2) Le petit groupe de pollens d'essences à caractère tempéré traduit la représentation de *Tilia cf. cordata*, *Salix sp.* et *Alnus*. Nous avons déjà eu l'occasion d'évoquer l'absence de *Tilia*, en Afrique du Nord, actuellement. Les 10% de pollens de *Salix* en E10 sont remarquables.

3) Le groupe des pollens d'essences à caractère méditerranéen s.s. rassemble des représentants de *Pinus cf. halepensis* en E8, d'une espèce de *Pinus* dont nous ne pouvons que supposer qu'elle appartient au type "*laricio*" sans avoir réussi à le confirmer, du genre *Quercus* dont le pollen a été rapporté avec réserve à *Quercus suber*, le chêne-liège des régions méditerranéennes, de l'Atlas notamment (*cf.* chapitre IV). Il va de soi que la signification de ce groupe est tout à fait imprécise. Il est dans son ensemble plus mésophile que xérophile.

4) Le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen est ici peu diversifié spécifiquement.

a) *Ziziphus lotus* et *Rhus cf. tripartitum* lui confèrent une nuance plus méditerranéenne que désertique, ce que ne font que confirmer les pourcentages de pollens d'*Artemisia* (20% en E10, 14% en E9), ainsi que le petit nombre des pollens d'Ombellifères qui ne sont pas des espèces sahariennes.

b) on est frappé par la très faible quantité de pollens dénotant la présence d'espèces sûrement psammophiles (*Ephedra cf. alata*).

c) la signification d'un pourcentage notable de pollens de Graminées (11% en E10 et 18,5% en E9) resterait très imprécise si le contexte géologique et même palynologique sur lequel nous allons revenir, n'engageait volontiers à considérer ces espèces comme liées à un milieu humide.

d) le milieu de sédimentation est marqué d'un caractère évaporitique certain dont laissent présumer les pollens de Chénopodiacées halophiles : 22% (E10) et 13,5% (E9).

5) Très importante est la signification de la représentation dans la microflore, d'espèces hygrophiles certaines : Cypéracées (non *C. conglomeratus*, qui est psammophile), *Typha angustifolia* et probablement *Potamogeton* dont il est bien regrettable d'avoir réuni les pollens avec ceux de *Typha*, lorsque fut faite cette analyse en 1963. L'ancienneté de cette dernière étude ne nous a pas permis d'établir plus récemment une discrimination entre les deux genres, distinction qui en fait, ne modifierait pas le sens de leur association. Le genre *Potamogeton* n'est actuellement présent au Sahara qu'en de rares points d'eau du Sahara septentrional, du Fezzan, des montagnes sahariennes et de Mauritanie, où vit cette plante aquatique à caractère cosmopolite. Les proportions selon lesquelles sont représentées ces diverses essences sont les suivantes :

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère tempéré :

Tilia cf. cordata
Salix sp.
Alnus

- à caractère méditerranéen s.s. :

Pinus type "*laricio*" (?)
Pinus cf. halepensis
Quercus cf. suber (?)

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ziziphus lotus (Rhamnaceae)
Rhus cf. tripartitum (Anacardiaceae)
Ephedra cf. alata
 Chénopodiacées type "*Atriplex*"
 Composées tubuliflores
Artemisia (Composées)
 Graminées
Sclerocephalus arabicus (Caryophyllacée)
 Umbellifères

Espèces à caractère hygrophile :

Typha angustifolia }
Potamogeton (cf.) }
 Cypéracées

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des pollens d'espèces hygrophiles

E10	Eg	E8
14	3 1	1
2	1	2 1
1		
	1	1
1	5	
34	28	3
1	3	1
30	31	4
16	40	13
	5	2
2	1	
17	56	3
6	29	5
5	8	4
25	11	4
154	213	44
≈ 15%	≈ 40%	+

Tableau XX. Composition de la flore pollinique déterminée en des échantillons de chacun des trois horizons du niveau ligniteux reconnu à Bou Hadid, à la partie inférieure de la terrasse saourienne (Vallée de la Saoura).

	E10	E9	E8
<i>Typha angustifolia</i>)			
<i>Potamogeton</i> (cf.))	11%	26%	+
Cypéracées	3,5%	13,5%	+
Total	14,5%	≈ 40%	+

Si l'on ajoute à ces pourcentages ceux des pollens de Graminées, dont il est permis de penser ici qu'il s'agit d'espèces de bord des eaux, en partie du moins, cela augmente considérablement la représentation d'un groupe de plantes traduisant le développement d'une formation marécageuse au point étudié.

6) Il convient de préciser qu'un pourcentage notable de pollens indéterminables en E10 (16%), beaucoup moins important en E9 et E8, masque évidemment la nature d'une fraction de la microflore.

II - ESSAI D'INTERPRETATION.

Il est assez remarquable que le cortège des éléments à caractère méditerranéen *s.s.*, si fréquemment représenté dans les analyses, ne figure pas à Bou Hadid (*Pinus cf. halepensis* mis à part), dans ce niveau ligniteux dont le seul faciès traduit l'existence d'un biotope que caractérise une humidité incontestable. Cette humidité par ailleurs est attestée par une flore pollinique témoignant du développement d'espèces hygrophiles : Cypéracées, *Typha angustifolia*, *Potamogeton* (cf.), accompagnées, c'est très vraisemblable, d'espèces ripicoles de la famille des Graminées. Or, on imagine relativement aisément quelle était la topographie de cette région à une époque proche du début de la sédimentation saourienne. Du point de vue morphologique, le paysage était probablement peu différent de celui que l'on connaît actuellement, à cette différence près que la terrasse saourienne était en voie d'édification. La sédimentation s'effectuait donc très en contre-bas de la surface hamadienne et *a fortiori*, relativement loin des djebels dont on pourrait penser qu'ils constituaient des massifs-refuges

pour une flore méditerranéenne plus ou moins arborescente. *A priori* il n'apparaît pas, du moins à travers les microflores analysées, que des espèces méditerranéennes entrant dans des associations ripicoles (*Olea europea*, *Pistacia*, *Erica arborea* par exemple) aient vécu au bord de la Saoura, contemporaines de l'incontestable flore hygrophile déterminée. On a vu par contre représentées des espèces telles que *Tilia cf. cordata*, *Pinus* type "*laricio*" (?), *Quercus cf. suber*, *Salix sp.*, *Alnus*, parmi lesquelles on est autorisé semble-t-il, à faire la part quasi-certaine de celles dont on ne peut envisager la présence *in situ*, en raison de leurs exigences hydriques. *Pinus* type "*laricio*" (si la détermination est exacte), *Tilia* et même *Quercus cf. suber* sont de celles-ci. Il est vraisemblable qu'il faut considérer leurs pollens comme des apports atlasiques. Faut-il leur associer *Pinus cf. halepensis* déterminé seul, hors du contexte du petit groupe des espèces dans lequel il trouve place habituellement ? Peut-on l'imaginer présent dans les djebels d'Ougarta ? Il est difficile de se prononcer. Il en est un peu de même de *Salix sp.* et d'*Alnus*, bien qu'il ne semble pas exclu qu'à la faveur d'une humidité locale certaine, ces deux espèces aient pu survivre en bordure de l'oued.

Nous pensons en fait, qu'il faut interpréter la composition des flores polliniques analysées à Bou Hadid avec plus de réserve que nous l'avons fait antérieurement (*loc. cit.*, 1963) et estimer les conditions climatiques sous lesquelles s'est effectuée l'évolution de la couche organique avec plus de rigueur.

S'il est certain qu'à cette époque l'oued Saoura avait un régime d'écoulement plus conséquent que celui actuel, ainsi que le prouvent les analyses granulométriques des sables sédimentés, une part importante des eaux lui venant de l'Atlas, il faut aussi imaginer que localement, s'individualisaient, le long d'un cours divaguant, des étendues lacustres alimentées à la fois par les apports lointains et les précipitations régionales. Il est très malaisé finalement d'apprécier l'importance de ces dernières dans la mesure où le développement de ces zones marécageuses pourrait même être justifié par les seuls apports atlasiques. On serait volontiers tenté d'opter

pour cette dernière hypothèse et de ne donner aux pluies locales qu'une faible importance, n'atteignant sans doute même pas la valeur inférieure caractérisant un contexte semi-aride. Dans ces conditions, est-il impossible qu'*Alnus* et certaines espèces de *Salix* aient survécu au bord de ces marécages comme des formes reliques du maximum du Pluvial saourien ? Les espèces donnant à la flore une nuance subméditerranéenne telles que *Ziziphus*, *Rhus*, pouvaient être localisées sur les berges de l'oued principal mais aussi dans les "dayas", à la surface de la Hamada qui, elle, ne bénéficiait que des seules pluies locales.

III - CONCLUSIONS.

Préciser les conditions climatiques qui ont régné sur la moyenne vallée de la Saoura pendant deux millénaires approximativement, situés chronologiquement, non loin du début de la sédimentation saourienne, est assez aléatoire semble-t-il, à la lumière des données palynologiques que nous a révélées l'étude de ce lignite. En fait, si les eaux atlasiques ont transporté des pollens et contaminé les sédiments de Bou Hadid, ces individus allochtones ne sont pas très abondants en comparaison de ce qui a été observé au Quaternaire ancien notamment. Le caractère évaporitique du milieu n'infirmerait pas l'éventualité de conditions semi-arides, mais aucune des espèces méditerranéennes s.s. que nous avons jusqu'à présent pensé capables de s'adapter à ce contexte climatique, n'apparaît dans la microflore comme participant à la végétation à cette époque. Il manque ainsi un argument floristique venant appuyer l'hypothèse d'une semi-aridité. La flore pollinique considérée dans son ensemble peut tout à fait être comprise comme le témoignage de deux types d'associations végétales :

- une végétation de bord de marécage ou de lac, couvrant localement et pendant au moins deux millénaires, le lit de l'oued principal. Cette étendue marécageuse aurait été alimentée en grande partie par un courant plus ou moins divaguant dans un large talweg. Peut-être même aurait-elle été entretenue partiellement par l'inféro-flux, il faut en effet tenir compte du fait que l'ensemble de la couche organique repose sur une faible

épaisseur de sables, probablement parcourus par les eaux de l'inféro-flux, puisque le substratum paléozoïque très proche ne pouvait que constituer un obstacle à l'infiltration des eaux.

- une végétation des berges de l'oued principal ou des "dayas", à la surface de la hamada, composée d'espèces donnant à l'ensemble de la flore une nuance davantage subméditerranéenne que désertique, traduisant également des conditions climatiques incontestablement moins précaires que celles actuelles, mais restant, cela paraît probable, dans les limites de la sub-aridité.

On ne pourrait préciser ce contexte que si l'on avait connaissance des microflores sédimentées dans le même laps de temps dans les vallées des Monts d'Ougarta, dont les oueds devaient leur régime aux seules précipitations atmosphériques locales qui ne pouvaient guère différer considérablement de celles reçues par les régions basses, la vallée de la Saoura notamment.

C - LA TERRASSE SAOURIENNE EN AVAL DE L'OASIS D'EL OUATA (VALLEE DE LA SAOURA).

Une cinquantaine de km à peine au Sud de Béni-Abbès, un peu en aval de l'oasis d'El Ouata (Fig. 16), la vallée de la Saoura présente, sur sa rive droite, l'une des plus belles coupes dans les formations sédimentaires d'âge saourien (J. CHAVAILLON, 1964; H. ALIMEN, Fr. BEUCHER, G. CONRAD, 1966; H. ALIMEN et coll., 1971). La terrasse édifiée à cette époque s'est trouvée érodée au début du Guirien en plusieurs paliers. C'est à la faveur de ces paliers que nous avons pu atteindre la presque totalité des niveaux sableux, calcaréo-sableux ou gréseux, qui se succèdent de bas en haut de la terrasse, dont le sommet domine l'oued de 22 m en cet endroit (Fig. 31 et 32 (Pl. IV, fig. 1). Nous envisagerons parallèlement, la succession des niveaux à partir du début de la sédimentation et les résultats des analyses polliniques qui leur correspondent. Toutefois, à la limite que nous avons choisie pour couper la série stratigraphique afin de la présenter en deux figures qui permettent de placer tous les prélèvements, il apparaît très nettement un changement de faciès dans la sédimentation.

1) la figure 31, relative à la partie inférieure de la terrasse, présente, sur 12 m environ, un faciès sédimentaire à caractère lacustre dominant : de bas en haut se succèdent des strates calcaires ou calcaréo-sableuses qui séparent des lits sableux. Les calcaires ont été le plus souvent facilement accessibles car ils affleurent nettement tandis que les niveaux sableux sont difficiles à dégager d'un placage assez épais de sables étrangers, soit apportés par le vent, originaires alors des dunes du Grand Erg ou des berges de l'oued, soit éboulés des couches supérieures.

2) sur la figure 32, relative à la partie supérieure de la terrasse, au contraire, la sédimentation apparaît comme une succession de niveaux sableux dont un certain nombre ont évolué ultérieurement soit en se grésifiant en quelques bancs qui font saillie dans la falaise, soit en se consolidant partiellement sous la forme de concrétions, de boules ou de plaquettes gréseuses. Dans cette partie supérieure de la coupe qui représente un peu

moins de 10 m d'épaisseur, l'ensablement de la falaise était très accentué et le prélèvement des échantillons devait éviter la contamination par des sables étrangers.

En dépit de l'unité par laquelle nous caractérisions précédemment la sédimentation saourienne en général, il apparaît ici une discontinuité qui ne semble pas en contradiction avec l'homogénéité d'ensemble des dépôts, mais qui serait plutôt l'expression de variations plus ou moins locales des conditions de sédimentation. De bas en haut de la terrasse, 37 prélèvements ont été effectués, les quantités de sédiment, traitées de longue date, ne dépassant malheureusement pas 50 g.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Si l'on prenait le parti de dresser un tableau d'analyse sur lequel serait portée la composition de la flore pollinique décelée en chacun des 31 échantillons qui ont livré des pollens (quel que soit le nombre de ceux-ci), l'inégalité quantitative des résultats apparaîtrait flagrante et plus encore la pauvreté, voire même la quasi-stérilité, de la majorité des sédiments. Il est certain que ce sont les niveaux calcaréo-sableux situés dans la partie moyenne de la terrasse qui ont fourni les échantillons les plus riches en pollens, les échantillons sableux ou originellement sableux, ceux de la partie supérieure de la coupe notamment, ne livrant, selon les prélèvements, que peu ou pas de pollens (échantillons 2 à 6 et 12 à 37), exception faite du prélèvement 10. Nous n'avons pas voulu cependant renoncer aux données des nombreuses analyses relatives à ces dernières formations, même si celles-ci n'aboutissent qu'à poser des problèmes.

Pour simplifier la présentation d'un tableau qui eut été démesuré au regard de la signification un peu particulière du plus grand nombre des microflore, nous nous limiterons à porter sur le tableau XXI les résultats des analyses qui ont livré au moins 100 pollens, nous réservant de préciser dans le texte, les données numériques pauvres traduisant des flores polli-

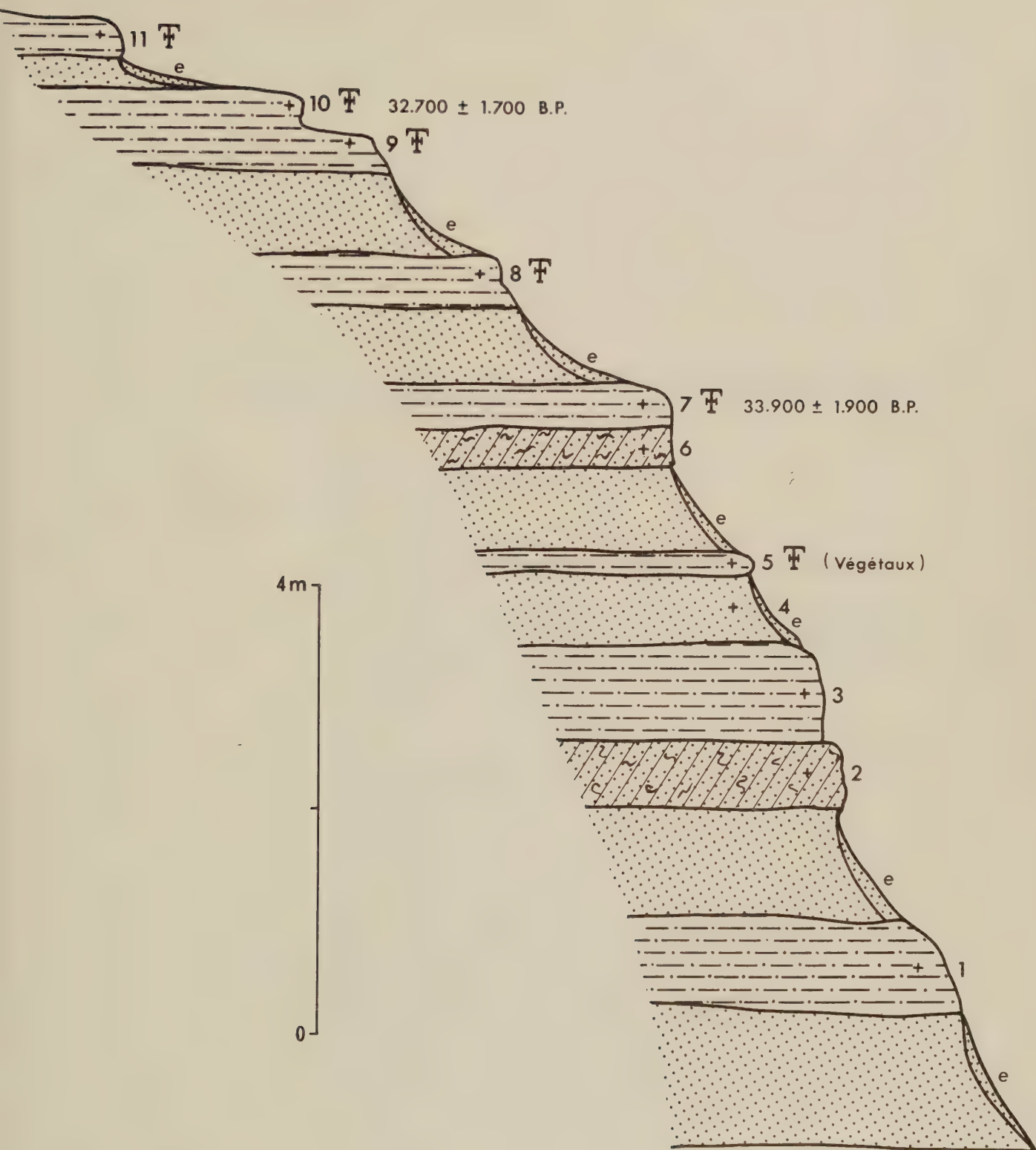


Fig. 31 Répartition des prélèvements effectués dans les formations saouriennes de la terrasse en aval d'El Ouata (Vallée de la Saoura), (prélèvements I à II dans la partie inférieure de la terrasse : légende détaillée page précédente).

Fig. 31 et 32 Répartition détaillée des prélèvements effectués dans les formations saouriennes de la terrasse en aval d'El Ouata (Vallée de la Saoura).

- 1 : couche calcaire grise
- 2 : niveau sablo-gréseux tufacé
- 3 : niveau calcaréo-sableux gris
- 4 : sable brun très fin
- 5 : marnes brunes, litées, avec empreintes végétales
- 6 : zone gréseuse tuffacée
- 7 : dépôt calcaire consolidé, grisâtre, très sableux à Limnées
- 8 à 11 : bancs calcaires sableux, blancs, probablement séparés par des strates sableuses masquées par des éboulis sableux. Ces calcaires sont riches en Limnées.
- 12 : zone gréseuse tuffacée
- 13 : sable noir enrichi en MnO_2
- 14 : sables gris avec intercalations de petits niveaux ocres et taches brunes de MnO_2
- 15, 16 : sable meuble blanchâtre
- 17 : niveau grésifié
- 18 : sable blanc avec vermicules orangés.
- 19, 20, 21 : tuf très anfractueux blanc-grisâtre, très dur.
- 22 : sable gris jaune
- 23 : sable très meuble gris avec grains foncés.
- 24 : sable durci, lité, avec plaquettes gréseuses gris-verdâtre
- 25, 26 : sable gris, meuble, très clair
- 27 : niveau grésifié gris-clair
- 28 à 36 : sables ocre-rose avec boules gréseuses et fragments de tuf
- 37 : tuf grésifié, éclaté en reg à la surface de la Hamada.
- e : éboulis.

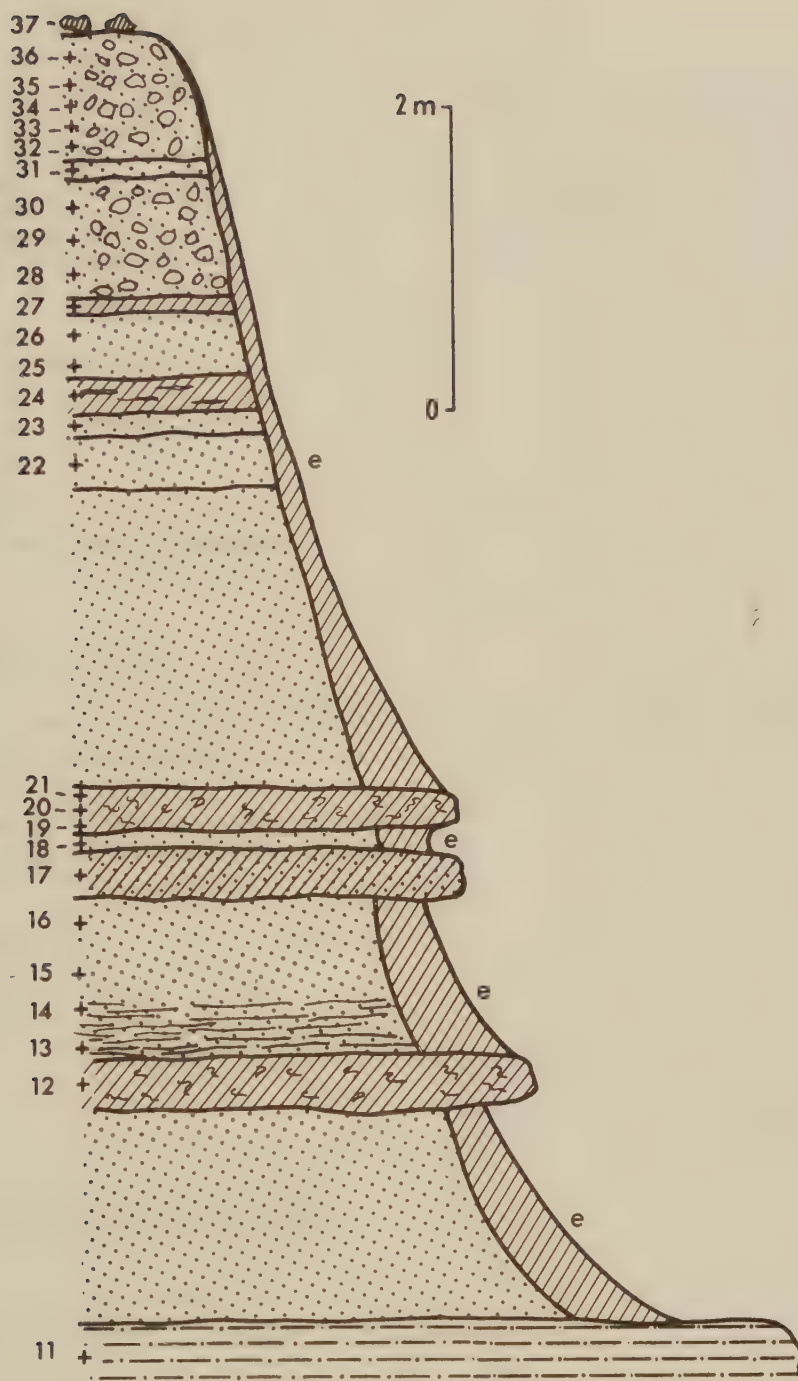


Fig. 32 Répartition des prélèvements effectués dans les formations saouriennes de la terrasse en aval d'El Ouata (Vallée de la Saoura), (prélèvements 12 à 37 dans la partie supérieure de la terrasse : légende détaillée page suivante.

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Pinus (plusieurs espèces)
Conifère bi-ailé (70 µ : *Pinus pinaster* ?)

- à caractère tempéré :

Taxus
Tilia
Aesculus (non *A. hippocastanum*)
Platanus
Juglans (*J. cf. regia* ?)
Ulmus
Alnus

- à caractère méditerranéen s.s. :

Pinus type "*lario*"
Juniperus oxycedrus (Cupressacées)
Callitris ? *Cupressus sempervirens* ? (Cupressacées)
Quercus type "*ilex*"
Olea cf. europea
Erica arborea
Myrtus communis

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Ephedra cf. alata
Chénopodiacées type "*Atriplex*"
autres Chénopodiacées (*Cornulaca monacantha*)
Composées tubuliflores
Artemisia (Composées)
Graminées
Calligonum (Polygonacées)
Plantaginacées
Elyoscyamus albus (Solanées)
Labiales
Urticacées

Espèces à caractère hygrophile :

Cypéracées
Tamarix
spores de Ptéridophyte

Indéterminés
Indéterminables

Nombre de pollens comptés

Organismes échinulés
Organismes réticulés

Autres espèces à caractère divers, représentées par de très rares ou uniques pollens, dispersés dans les niveaux pauvres dont la microflore ne figure par ici de façon détaillée :

Carpinus (en 19)
Corylus (en 13)
formes bétuloïdes (*Betula* ?) (en 30, 31, 32)
Quercus non "*ilex*" (en 4, 6, 31, 32)
Asphodelus (Liliacées) (en 19)
Echium (Boraginacées) (en 28)

Très abondants organismes échinulés en 3 et 4
Très abondants organismes réticulés en 3

1	7	8	9	10	11	23
216 2 esp.)	4	++++	++++	194 1	87	1
1	7				1	
	2					
	1					
	1					
	7	1	1		1	3 1
+(?)			++	7		
	4					
	1					
	1				1	
	1					
	1					
	2					
1	6	+++	++++	1	78	1
	10					48
	33					9
	4			1	1	5
	4				2	3
	38	+++	++++		40	41
	1					1
				1	1	
	1					
	1					
	1					
	6	?	++++		100	4
	2					
					2	
	4					2
	7				35	19
≥218	120	++++	++++	206	349	138
++++					29	
					++	

Tableau XXI. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations saouriennes de la terrasse de la Saoura, sur sa rive droite, en aval de l'oasis d'El Ouata (le signe "+" figuré en plus ou moins grand nombre traduit les proportions relatives de représentation d'individus que l'on n'a pu chiffrer, en raison de leur abondance et parfois d'un état de détérioration très prononcé).

niques de 20-25 pollens au maximum et souvent de moins de 10 pollens. Pour présenter les résultats de l'analyse pollinique, nous tiendrons compte de la discontinuité de faciès observée dans la sédimentation. Séparément seront étudiées :

- les formations de type calcaire de la partie inférieure de la terrasse (Fig. 31), sans que soit négligé le très petit nombre des niveaux de faciès sableux ou sablo-gréseux intercalés et dont les échantillons ont également été prélevés, dans la mesure où l'ensablement ne les rendait pas inaccessibles.

- les formations purement sableuses, sporadiquement grésifiées, de la partie supérieure de la terrasse (Fig. 32).

1) Flore pollinique décelée dans les formations calcaréo-sableuse et les rares niveaux sableux accessibles intercalés, dans la partie inférieure de la terrasse (Fig. 31).

L'absence de pollens d'espèces d'origine tropicale est une observation qui mérite d'être mise en évidence en premier lieu : ceci a déjà été noté à propos du lignite de Bou Hadid.

Puis on remarque sur le tableau XXI, que seuls les échantillons 1, 8, 9, 10, 11 (calcaréo-sableux) et 7 (dont la phase sableuse est plus particulièrement abondante) ont livré des microflore "quantitativement" valables. Cependant, l'état d'altération extrêmement prononcé de la plupart des pollens, par ailleurs très abondants en certains niveaux, a rendu leur présence non "chiffrable", d'où la façon dont celle-ci a été traduite sur le tableau, par des signes "+" en quantités variables selon la représentation relative des éléments concernés.

Dès à présent on peut dire que l'abondance des pollens de *Pinus* est un facteur souvent majeur d'enrichissement des microflore considérées et que la diversité morphologique qu'elle recouvre va poser problème quant à l'origine des espèces représentées. Nous consacrerons donc toute l'attention nécessaire à ces pollens de *Pinus*, laissons-nous conclure qu'ils sont allochtones. C'est pourquoi, entre autres raisons, nous voyons ici l'opportunité

d'envisager la flore pollinique dans chaque niveau successivement et le plus schématiquement possible pour éviter de fastidieux commentaires. Notons enfin, mais nous y reviendrons, que pour la première fois au Sahara nord-occidental, quelques-uns des niveaux calcaréo-sableux ont permis de déceler le développement, au Saourien, de Diatomées.

- Le prélèvement le plus inférieur se situe 2 à 3 m au-dessus du niveau de l'oued. Il correspond à la première couche calcaire grise visible (échantillon 1) surmontant apparemment des sables. Dominant la micro-flore, le genre *Pinus* (= 216 pollens) est accompagné seulement d'un pollen de *Taxus* et de 5 pollens d'*Ephedra*. Les pollens de *Pinus* sont relativement moins mal conservés que ceux que l'on retrouvera dans les niveaux supérieurs. Beaucoup sont entiers même s'il a été compté de nombreux corps et ballonnets isolés. Il semble évident que deux espèces au moins sont représentées et peut-être une troisième appartenant au type "*laricio*" (quelques rares pollens). Les deux espèces supposées différentes ont été ainsi distinguées :

- . la majorité des pollens dont le corps mesure 40-45 μ , laissent voir à la surface des ballonnets un réseau relativement régulier à mailles petites, fermées, aux murs épais, mais aucune indication ne peut être tirée de l'observation des coupes optiques, la couche alvéolaire des ballonnets étant trop désorganisée en profondeur.
- . sur un petit nombre de pollens altérés, apparaît au niveau de la calotte une exine plus épaisse, parfois légèrement ondulée, caractère qui semble devoir les distinguer des pollens précédents. L'absence de structure visible de l'exine des ballonnets exclut toute autre précision.

Notons également la présence dans ce niveau de quelques organismes que l'on retrouvera en plus grande abondance dans les niveaux supérieurs : petits éléments sphériques échinulés mesurant 20-25 μ , portant généralement une déchirure présentant l'aspect d'un opercule (Pl. XX, fig. 16). Les épines ne sont pas régulièrement disposées

sur toute la membrane qui, chez certains individus, semble constituée de deux couches ne laissant voir aucune structure. Des organismes assez comparables, semble-t-il, ont été reconnus par A. Pons (1964) dans des formations pliocènes de la vallée du Rhône et comparés à des pollens de Lemnacées, Nymphéacées. Ils ont été classés comme sporomorphes inaperturés, échinulés. Nous avons pris le parti cependant de ne pas reconnaître, en ces individus échinulés rencontrés dans nos analyses, des formes polliniques certaines, en l'absence de structure plus apparente de leur membrane. Ils sont seulement signalés, en l'attente de documents permettant de les déterminer comme des organismes végétaux ou animaux.

- Le niveau sablo-gréseux tuffacé dans lequel a été effectué le prélèvement 2 est très pauvre. Sept pollens représentent les genres *Alnus* (pollen altéré, 13 μ , exine mince, 4 pores ronds peu proéminents, ne correspondant à aucune des deux espèces "*orientalis*" ou "*glutinosa*"), *Taxus* (également usé, 21 μ) et les familles des Graminées et Cypéracées. Aucun représentant du genre *Pinus* n'y figure.
- Le niveau calcaréo-sableux gris (échantillon 3) contient de nouveau une flore pollinique dominée par le genre *Pinus* : microflore pauvre (20 pollens dont 18 du genre *Pinus*, un pollen d'*Alnus*, un pollen d'*Ephedra*), dont les pollens altérés permettent cependant de reconnaître la présence de deux espèces parmi les *Pinus* :
 - . pollens mesurant 44 μ , observés en vue latérale, la calotte étant relativement épaisse (2,5 μ) et légèrement ondulée, les crêtes marquées, la couche alvéolaire des ballonnets ne permettant aucune observation : ce type semble proche de celui, décrit en second lieu, dans le paragraphe précédent.
 - . pollens mesurant 36 μ , subsphérique en vue polaire, dont les ballonnets sont assez volumineux, la calotte mince, et les crêtes légèrement marquées. Nous sommes ici vraisemblablement en présence

d'une espèce différente de celles identifiées dans le niveau 1, sans non plus qu'il soit possible de la rapprocher précisément de l'un des deux types actuels définis.

Dans ce niveau apparaissent de nouveau les organismes sphériques échinulés des calcaires inférieurs. Ils sont ici présents en très grande abondance, accompagnés d'autres individus de taille et de forme variables cette fois, appartenant à deux types différents. semble-t-il. Pour certains d'entre eux, nous avons cru qu'il s'agissait, à cause de leur forme, de pollens de Graminées ou de Cypéracées, dont de grandes plages d'exine auraient été altérées.. La structure de la membrane est en effet très finement réticulée, mais jamais il n'est apparu de pores, ou de zones poroïdes certaines. Ces pollens (?) sont restés indéterminés. Le second type apparaît encore comme une forme réticulée, plus régulièrement sphérique, de taille moins variable, prenant souvent l'aspect des pollens de Cupressacées lorsqu'ils sont éclatés; ces derniers présentent parfois également des plages usées; faut-il les confondre avec les individus du type précédent ? Si ces organismes sont vraiment de nature végétale il est probable que leur origine est à rechercher parmi les espèces aquatiques.

- Un niveau de sable brun très fin, qui surmonte directement les calcaires précédents, n'a permis qu'une analyse très pauvre (échantillon 4) : 12 pollens, mal conservés, de Cypéracées, Graminées, *Ephedra*, Chénopodiacées, *Artemisia*, parmi d'abondants organismes sphériques échinulés.
- Des marnes brunes compactes, litées, forment un banc épais d'une vingtaine de cm reposant sur les sables précédents (échantillon 5). Des empreintes végétales, de feuilles de Monocotylédones fort probablement, y sont remarquables. Cependant, des analyses renouvelées sur plusieurs échantillons sont restées presque négatives. Une seule

d'entre elles a permis d'observer une douzaine de pollens représentant en majorité le genre *Pinus* : aucune structure visible cependant n'a permis d'en donner les caractères.

- Séparée des marnes brunes à plantes par un niveau sableux, vient ensuite une zone gréseuse tuffacée identique à celle repérée plus bas. L'analyse de l'échantillon 6, issu de ce niveau, est aussi pauvre que les précédentes : les genres *Quercus* (2 esp. autres que *Q. ilex*), cf. *Taxus*, *Ulmus*, *Alnus* et *Juglans*, sont pour la plupart représentés par un seul pollen sans qu'aucun pollen de plante herbacée ne les accompagne.
- Un dépôt consolidé calcaire, grisâtre et très sableux (échantillon 7) est directement superposé au précédent niveau tuffacé. La fraction analysée s'est montrée relativement intéressante quantitativement (120 pollens comptés). La microflore rassemble :
 - . un groupe de pollens d'espèces à caractère tempéré : *Taxus*, *Ulmus*, *Aesculus* (petits pollens dont $P = 20-22 \mu$: *A. non hippocastanum*) *Juglans* (la même espèce qu'en 6 : pollen de $38-40 \mu$, portant 11 pores, proche semble-t-il, de celui de *Juglans regia*, cette dernière espèce n'étant plus spontanée actuellement qu'en Europe orientale et en Asie occidentale. Faut-il faire entrer dans ce groupe les deux espèces de *Pinus*, indéterminées, dont l'une a déjà été rencontrée dans l'un des niveaux précédents et l'autre apparaît pour la première fois (corps du pollen mesurant 55μ , crêtes très marquées, mais structure de l'exine des ballonnets altérée et non visible) ?
 - . un groupe de pollens d'espèces à caractère méditerranéen s.s., dans lequel peut-être devraient entrer les deux espèces précédentes de *Pinus*, mais qui réunit sûrement *Juniperus oxycedrus*, *Callitris* ou *Cupressus sempervirens*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea* cf. *europaea*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*. Quelques-uns des

pollens de ces essences figurent sur la planche XX.

- un groupe de pollens d'espèces à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen qui conserve un caractère dominant : très peu de pollens d'*Ephedra* y ont été comptés (accompagnés de représentants des genres *Calligonum*, *Cornulaca monacantha*, psamphiles), quelques pollens de Chénopodiacees halophiles (8%), tandis que ceux des Graminées représentent 31,5% de la microflore. Cette abondance de pollens de Graminées doit être notée conjointement à la présence dans le sédiment, de phytolithaires, concrétions siliceuses produites par les organes aériens des Graminées et des Cypéracées. Quelques pollens de Cypéracées, accompagnés de pollens de *Tamarix*, traduisent à côté des Graminées et des phytolithaires, un milieu assez bien caractérisé, humide, ce que démontre la composition lithologique du sédiment lacustre et déjà calcaire bien que particulièrement sableux, ainsi que sa richesse en Diatomées. La présence dans la flore pollinique d'un pollen d'*Hyoscyamus albus* (Solanée méditerranéenne) ne manque pas d'intérêt (Pl. XX, fig. 6-7).

A ce niveau, riche en coquilles de Limnées (*Limnea palustris* MÜLLER) correspond un âge radiométrique déterminé par le Radiological Dating Laboratory of the Norwegian Institute of Technology, de Trondheim (-33.900 ± 1.900 B.P., Réf. DF. 143. T. 428), âge communiqué par H. ALIMEN (et coll., 1966).

Toute cette microflore, spécifiquement variée, est intéressante par sa composition sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

- Trois bancs de calcaires sableux blancs, séparés probablement par des sables qu'il n'a pas été possible d'atteindre, semblent correspondre à trois épisodes de l'extension d'un même faciès lacustre, interrompue par un changement de régime de l'oued. L'ensemble de cette formation présente une puissance de 2,50 m à 3 m. Son sommet

se trouve situé à 13 m environ au-dessus du niveau de l'oued et les strates calcaires sont caractérisées par la présence d'abondantes coquilles de Limnées. Plusieurs prélèvements y ont été effectués (échantillons 8, 9, 10, 11) et malgré la similitude pétrographique entre les différentes fractions étudiées les analyses ont conduit à des résultats qui ne sont pas tout à fait comparables. Il faut noter que pour certaines de ces analyses l'abondance des pollens, souvent très altérés (principalement les pollens de Pins, rarement conservés entiers), n'a pas permis de comptages précis. On doit alors se limiter à signaler la présence de tel genre ou tel autre en grande abondance, en la matérialisant sur le tableau selon la façon précédemment indiquée. ;

- . Ainsi l'analyse d'un échantillon du prélèvement 8 à la base de la formation à Limnées, n'a permis de reconnaître que des pollens déchirés, usés lorsqu'ils sont entiers. A ce niveau nous pouvons dire que le sédiment est riche en pollens de *Pinus* (quelques caractères ont été repérés, mais ils ne sont pas forcément réunis par un même pollen représentant une espèce précise : certains mesurent 50 μ , quelques ballonnets semblent avoir une large attache et une faible profondeur, l'épaisseur de la calotte des grains est apparue faible en général : il ne semble pas que *P. halepensis* puisse être représenté. Cette flore pollinique riche en pollens de pins est également caractérisée par l'abondance de ceux des Graminées et des *Ephedra*, dans un état de conservation qui se trouve être à la limite d'une détermination possible. Nous ne pensons pas que cette microflore ait compté des pollens de Cypéracées.
- . Séparés de 60 cm environ, les prélèvements 9 et 10 se situent dans la même couche calcaire. L'analyse effectuée à partir d'un échantillon du prélèvement 9 donne encore la preuve de la représentation abondante du genre *Pinus* par un grand nombre de pollens dont l'état de conservation est encore plus mauvais que dans la

précédente analyse, *Pinus* type "*laricio*" a été reconnu. Les Graminées sont également représentées (psammophiles et hygrophiles ?) et le genre *Ephedra* l'est plus abondamment qu'en 8. Un élément nouveau intervient dans la microflore : la famille des Cypéracées (non *C. laevigatus*, peut-être *G. rotundus* ou autres espèces dont nous avons noté l'absence dans les calcaires sableux blancs inférieurs. Enfin, très usé, un pollen unique d'*Ulmus* a été reconnu : sa présence est le fait d'une contamination, fort probablement, à la suite d'un remaniement.

- . Au niveau du prélèvement 10, la microflore s'appauvrit spécifiquement. La fraction résiduelle, à l'issue de la préparation du sédiment, ne contient quasiment que des pollens de *Pinus*. Nous avons compté par ailleurs pour 202 pollens de pins, cinq autres pollens représentant cinq familles genres ou espèces : les familles des Graminées, Plantaginacées, Composées, le genre *Ephedra* et *Juniperus oxycedrus*. Dans la mesure où quelques-uns des pollens de *Pinus*, relativement bien conservés, ont permis des observations plus précises, nous savons que leur taille varie de 30 à 50 μ : plusieurs espèces sont donc sûrement représentées (Pl. XX, fig. 1 à 4). Les pollens les plus grands (50-60 μ) restent en plus petit nombre ainsi que les pollens de taille inférieure. Se situant aux alentours de 40-45 μ nous retrouvons les deux types déjà décrits à propos de l'échantillon 1. De l'ensemble des pollens de *Pinus*, une trentaine seulement ont permis de faire une observation de coupes optiques de ballonnets. La diversité de structure de la couche alvéolaire et la variabilité de son épaisseur sont remarquables. Certaines coupes ont montré une couche alvéolaire profonde de moins de 1,5 μ . Cette dernière, parfois même, montre des trabécules très courts, parallèles, non dichotomisés, caractère qui n'existe, selon Mme VAN CAMPO, chez aucun des pollens d'espèces actuelles du bassin méditerranéen. Un petit nombre de pollens dont la structure des ballonnets est de type "*laricio*" ont été reconnus (Pl. XX, fig. 3-4).

Notons qu'un grand pollen de Conifère bi-ailé a été reconnu, caractérisé par la taille inhabituelle du corps du grain (70 μ). Sur ce pollen très altéré, aucun autre caractère n'a été visible, si ce n'est peut-être une exine finement réticulée au niveau des ballonnets. Il n'est pas évident qu'il s'agisse d'un pollen de pin, cependant ces deux seules observations peuvent faire penser à un grand pollen de *Pinus pinaster* (cf. chap. IV) (calotte mince, sans bourrelets ni crêtes, caractère qui semble bien devoir exister sur le pollen fossile dont une structure plus complexe de la calotte, si elle existait, apparaîtrait vraisemblablement malgré l'usure du pollen). L'âge radiométrique (également mesuré à Trondheim) obtenu à partir des Limnées recueillies dans ce niveau est de 32.700 ± 1.700 B.P.

De la base au sommet de cette formation calcaire, il importe donc de remarquer la disparition de tout le cortège des Cypéracées, Graminées, *Ephedra*, qui accompagnait les pollens de *Pinus*, très abondants dès le début de la sédimentation de cette strate.

- C'est dans la phase finale du dépôt des calcaires sableux à Limnées (échantillon -11) que réapparaît un ensemble pollinique beaucoup plus diversifié spécifiquement : *Pinus* (87 pollens) est sûrement représenté par deux espèces au moins au vu de l'épaisseur de la calotte des pollens. *Quercus* type "*ilex*", *Tilia* (pollen de petite taille : $E = 35 \mu$, ne représentant ni *T. cordata*, ni *T. platiphyllus*, ni *T. rubra*), *Alnus* ne sont représentés que par un pollen unique. Par contre le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen rassemble 24% d'*Ephedra*, 12% de Graminées et 35% de Cypéracées, ces deux dernières familles étant encore représentées par des espèces hygrophiles probablement. Les pollens de Chénopodiacees halophiles font défaut, de même que dans les autres échantillons du banc calcaire d'ailleurs. Cette microflore est de nouveau accompagnée de petits organismes échinulés déjà rencontrés dans les niveaux tout à fait inférieurs (1, 3 et 4) et d'assez nombreuses formes réticulées également présentes en 3.

Sans aborder un essai d'interprétation qui sera envisagé ultérieurement, on peut rassembler ici les données qui ressortent de l'examen des microflores analysées dans ces formations de la partie inférieure de la terrasse et qui peuvent être résumées brièvement ainsi :

a) le petit nombre des échantillons issus des niveaux exclusivement sableux originellement, sont extrêmement pauvres en pollens d'espèces qui, pour certaines, sont à caractère tempéré et constituent la microflore en partie ou en totalité (en 2 et 6) et qui, pour d'autres, sont plus inféodées au milieu saharien (en 4 notamment).

b) les échantillons issus de niveaux franchement calcaires, contenant des Limnées, des Diatomées, supposant un milieu lacustre (8, 9, 10 principalement) sont au contraire extrêmement riches en pollens de *Pinus*, *Ephedra*, Graminées et parfois Cypéracées. Cette association pose, c'est évident, un problème qui a été discuté dans le chapitre X (p. 261 et suiv.).

c) les échantillons 7 (milieu lacustre, mais très enrichi en apports sableux) et 11 (niveau marquant la fin de l'épisode lacustre) sont caractérisés par des microflores rassemblant des pollens d'espèces à caractères divers, indéterminé (*Pinus*), tempéré et méditerranéen s.s. (principalement en 7), juxtaposés à une flore pollinique traduisant le développement notable d'éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen. Ce dernier type d'échantillon paraîtrait réunir pour ainsi dire les traits caractéristiques, palynologiques et même pétrographiques marquant les deux types de formations précédentes. Cette idée sera réenvisagée à la suite de l'examen des flores polliniques contenues dans les formations originellement sableuses de la partie supérieure de la terrasse.

2) Flore pollinique décelée dans les formations sableuses et les niveaux grésifiés de la partie supérieure de la terrasse (Fig. 32).

Nous ne pouvons envisager cette analyse sous le même angle que la précédente, à la fois stratigraphique et descriptif, pour les raisons suivantes :

a) la très grande pauvreté en pollens des 26 échantillons étudiés, elle a été évoquée dans l'introduction à ces analyses et il a été admis que nous ne retenions comme résultats valables pouvant être portés sur le tableau XXI, que la seule microflore issue de l'échantillon 23, sans pour autant négliger l'aspect qualitatif des autres microflores. Sur le tableau nous avons d'ailleurs noté, en marge des résultats quantitativement retenus, les genres ne figurant pas dans la flore pollinique de l'échantillon 23, mais représentés dans d'autres niveaux.

b) le plus grand nombre des prélèvements effectués sont répartis principalement en deux séries qui recouvrent à peine 5 m d'épaisseur : ils se trouvent donc très rapprochés les uns des autres; aussi, compte tenu du caractère homogène de la sédimentation, essentiellement sableuse avec des intercalations gréseuses locales, nous sommes autorisés à donner de l'ensemble des résultats une analyse globale qualitative.

Composition globale de la microflore.

La flore pollinique, telle qu'elle est révélée dans la majorité des niveaux étudiés dans cette série sédimentaire compte, à côté d'un très petit nombre de pollens d'éléments typiquement méditerranéens, une majorité de pollens d'essences à caractère tempéré. Dans les niveaux pauvres en pollens, cette microflore correspondant à des espèces à caractère tempéré est souvent dominante : nous ne pouvons qu'en faire la remarque, sans pour le moment y attacher d'interprétation. Les familles, genres ou espèces représentés sont les suivants :

- Parmi les Conifères : des fragments, corps ou ballonnets isolés de Conifères bi-aillés ont été observés (*Pinus* ?), mais aussi deux pollens appartenant sûrement au genre *Pinus*.

- . au niveau du prélèvement 14, il est possible que soit représenté *Pinus canariensis*, à moins qu'il s'agisse d'un pollen de grande taille de *P. halepensis* (le pollen mesure 50 μ ; subcirculaire en vue polaire, subpentagonal en vue latérale, il porte de

grands ballonnets à attache fine; en coupe optique la couche alvéolaire des ballonnets est profonde, de type "*halepensis*"; l'exine de la calotte est épaisse et les crêtes sont très accentuées.) (référence : M. VAN CAMPO et coll., 1965 et communication orale, 1969).

- au niveau du prélèvement 15, l'espèce présente est restée indéterminée (pollen mesurant 50 μ , ballonnets globuleux et profonds : 25 μ , aucun détail perceptible au niveau de la couche alvéolaire) *Juniperus oxycedrus* est également présent sporadiquement, mais ce sont les pollens du genre *Taxus* qui ont été rencontrés selon la plus grande fréquence : leur taille est souvent assez inférieure à celle des pollens actuels de *Taxus baccata*.

Le genre *Quercus* (Q. type "*ilex*" et une autre espèce) est assez mal représenté. Le groupe des essences à caractère tempéré réunit les genres suivants : *Ulmus* (assez abondant), *Alnus* (fréquent), *Platanus* (pollens généralement très altérés), *Aesculus* (pollens de 20 μ également altérés : non *A. hippocastanum*), *Corylus* (rare), *Carpinus*, *Juglans* (11 pores, peut-être deux espèces dont les pollens diffèrent par la taille : 40 μ et 33 μ respectivement). A ces quelques essences déterminées s'ajoutent des formes bétuloïdes correspondant sûrement à plusieurs espèces dont peut-être *Betula alba* (?).

- A côté des pollens de ces essences arborescentes, la flore pollinique traduisant une strate herbacée ou buissonnante est pauvre spécifiquement : Graminées, Chénopodiacées, Composées, Cypéracées et quelques genres dont les pollens sont présents à l'état d'unités (*Ephedra*, *Calligonum*, *Asphodelus*, *Echium*), sont dispersés entre les diverses analyses. Dans un certain nombre de niveaux, cette dernière est même totalement absente, tandis que seuls sont représentés quelques genres arborescents à caractère essentiellement tempéré.

L'analyse du prélèvement 23 doit plus particulièrement retenir l'intérêt, puisqu'il s'agit du seul niveau qui ait livré des pollens en quantité suffisante pour exprimer des pourcentages :

- . des pollens d'*Alnus* et *Ulmus* y représentent le groupe des éléments à caractère tempéré.
- . aucun pollen d'espèce méditerranéenne *s.s.* n'a été reconnu.
- . ce sont au contraire les pollens caractérisant le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen qui dominent cette microflore dans laquelle les pollens d'espèces psammophiles sont presque inexistants, tandis qu'elle rassemble 34% de pollens de Chénopodiacées halophiles et près de 30% de pollens de Graminées (dont il est délicat de définir la signification dans le cadre général de l'analyse). Il est évident que l'importance prise ici par le développement de la strate herbacée est surprenant, dans le contexte de l'ensemble des autres analyses relatives à la partie supérieure de la terrasse, analyses sûrement très pauvres, mais qui ont révélé essentiellement la représentation d'éléments à caractère tempéré arborescent. Nous remarquons d'ailleurs que ces analyses pauvres ont donné des résultats assez comparables à ceux que nous avons rapportés au sujet des niveaux sableux ou tuffacés intercalés entre les couches calcaréo-sableuses de la partie inférieure de la terrasse.

Nous devons alors peut-être rappeler la flore relativement riche et spécifiquement très variée qui nous a été révélée par l'analyse d'un échantillon du prélèvement 7, effectué dans un niveau de calcaires à Limnées très sableux : dans l'échantillon correspondant se trouvaient réunies, selon un pourcentage de 27%, toutes les espèces arborescentes qui sont par ailleurs représentées et dispersées à travers la série sédimentaire sableuse de la partie supérieure de la terrasse. Nous avons également remarqué la prédominance des Graminées au sein de la microflore traduisant la strate

herbacée, qui ne présentait nécessairement pas un caractère désertique accusé. Nous pouvons alors nous demander si ce n'est pas dans l'étude palynologique de ces calcaires très sableux, ne correspondant peut-être pas à des conditions de dépôt franchement lacustres mais proches encore de celles responsables de la sédimentation des formations purement sableuses, que nous devons rechercher la compréhension des résultats des analyses de ces dernières. La pauvreté de la flore pollinique, dans ces niveaux détritiques plus grossiers, est fort probablement la conséquence de conditions de sédimentation défavorables au dépôt des pollens en des eaux qui, venant du Nord, étaient sans doute entraînées selon un courant d'une certaine importance. Il semblerait qu'à cette remarque fasse exception le niveau sableux dont est issu le prélèvement 23. L'expression du caractère tempéré de la microflore à ce niveau, faible, comparativement à ce qu'elle était au niveau des calcaires sableux (7) (27% de pollens d'espèces arborescentes) ne peut cependant suffire à caractériser l'ensemble des formations sableuses; le pourcentage n'est peut-être pas, en soi, très significatif en raison de l'hypothèse évoquée pour expliquer la pauvreté en pollens de la majorité des niveaux étudiés. Il convient maintenant de préciser un essai de compréhension de la composition de ces diverses microflores, compte tenu de la distinction stratigraphique et microfloristique évidente entre les niveaux calcaréo-sableux et les formations purement sableuses.

II - ESSAI DE COMPREHENSION DE LA COMPOSITION DES MICROFLORES ET DES DIFFERENCES OBSERVEES PARALLELEMENT AU CHANGEMENT DE FACIES SEDIMENTAIRE

De l'ensemble des analyses effectuées à partir des nombreux échantillons prélevés de bas en haut de la terrasse, se dégage une distinction très nette entre la végétation contemporaine du développement des formations des phases purement lacustres et celle correspondant aux épisodes de plus ou moins longue durée pendant lesquels le régime sédimentaire eut un caractère fluvial plus accentué. Par ailleurs, deux facteurs entrent en jeu pour préciser la composition des microflores propres aux niveaux calcaréo-sableux : l'abondance des pollens du genre *Pinus* ainsi que la diversité des

espèces qui semblent être représentées et, d'autre part, la présence dans ces niveaux d'une flore de Diatomées qui peut, peut-être, apporter quelques indications d'ordre écologique.

1) Quant aux épisodes lacustres qui ont sporadiquement et sûrement localement caractérisé la physionomie même de la vallée de la Saoura dans cette région, la microflore pollinique, si particulièrement riche en pollens de *Pinus* appartenant de toute évidence à plusieurs espèces, parmi lesquelles il n'est même pas apparu que *Pinus cf. halepensis* soit représenté, doit être regardée avec réserve. Ces microflores dont nous avons discuté la composition dans le chapitre X, présentent un caractère tout à fait aberrant. S'il a paru possible de rapprocher quelques-uns des pollens de *Pinus* du type "*laricio*", il a été aussi évident que la grande majorité des pollens ne devaient pas appartenir aux rares espèces présentes dans les montagnes d'Afrique du Nord et que certains même correspondent à des espèces absentes de la flore actuelle du bassin méditerranéen. Il faut donc les considérer comme des individus allochtones, soit issus de Conifères présents dans l'Atlas à cette époque, soit de remaniements. Dans le cas où cette abondance de pollens résulterait d'apports atlasiques on ne peut pas ne pas évoquer l'existence de pluies de pollens, comme nous l'avons fait antérieurement à propos d'un épisode de la sédimentation mazzérienne à Tamtert.

On imagine très aisément que la fraction de microflore rassemblant des pollens d'ailleurs altérés d'*Ephedra*, Graminées, Cypéracées en plus ou moins grande abondance, est l'expression d'une végétation *in situ*, à la fois psammophile (de très petites dunes ainsi que des épandages sableux devaient encombrer le talweg d'un oued dont le régime d'écoulement divaguant ménageait localement de petits lacs, résiduels d'un régime d'écoulements plus violents) et hygrophile. Par ailleurs, le développement d'une flore de Diatomées, parmi lesquelles on compte un fort pourcentage de formes halophiles ou même saumâtres, atteste de conditions évaporitiques marquées. A Mme EHRLICH (H. ALIMEN et coll., 1971), nous devons la détermination de ces dernières, au nombre desquelles l'auteur cite, entre autres formes ne se rencontrant que dans les eaux à concentration saline assez élevée :

Mastoglia smithii, *Mastoglia brawii*, *Scoliopleura peisonis*, etc. (Quelques Diatomées de la flore d'El Ouata figurent sur la Planche XXII hors-texte) (1).

Au sein de ces formations calcaréo-sableuses il apparaît, sur le tableau XXI, des proportions de représentation, quoique non chiffrables, cependant variables, des différents éléments : *Ephedra*, Graminées, Cypéracées. Ceci est probablement dû à la physionomie plus ou moins fluctuante de ces petits lacs au cours du millénaire pendant lequel ils se sont développés dans le talweg de l'oued. Ce qui est caractéristique, c'est l'absence au voisinage de ces eaux saumâtres, de pollens de Chénopodiacées halophiles. Les Chénopodiacées se développaient peut-être dans le lit de l'oued, lorsque n'existait plus que l'inféro-flux, les sables se trouvant exondés. Le milieu saumâtre dont laissent présumer les Diatomées, suppose des conditions climatiques assez rudes, mais aussi une alimentation certaine en eau, due probablement, comme à Bou Hadid, à un régime d'écoulement faible et divaguant sous des conditions sub-arides. Tout ce raisonnement semble naturellement suggéré par l'examen des microflore en 8, 9 et 10 (bien qu'en ce dernier, lorsqu'on élimine de la microflore les pollens de *Pinus*, l'échantillon devienne quasi-stérile). Au niveau de l'échantillon 11 qui se situe à la fin de la sédimentation lacustre, une physionomie du paysage assez comparable se dégage, même si les pollens sont moins abondants et s'il intervient, dans la microflore, un pollen de *Tilia* (qu'il semble raisonnable de considérer comme allochtone) et un pollen d'*Alnus* qui ne doit pas, semble-t-il, devoir être *a priori* rejeté d'une association contemporaine du dépôt, pas nécessairement en bordure de la Saoura, encore que nous l'ayons admis à Bou Hadid, mais peut-être dans les Monts d'Ougarta, où *Quercus* type "*ilex*" pourrait également être situé. Quant à l'échantillon 7, malgré le caractère lacustre du niveau dont il est issu et qu'atteste la présence des Limnées, il a été noté comme particulièrement sableux. Il n'est pas opportun de revenir

(1) Ces Diatomées ont été photographiées par Guy RIOLLET, collaborateur technique au Laboratoire de Géologie du Quaternaire à Bellevue.

dans le détail sur la composition de la microflore qui y a été déterminée, il est seulement évident d'après le tableau, que cette dernière compte une part très importante de pollens d'espèces à caractère tempéré et méditerranéen s.s. qui se juxtapose au groupe des pollens d'essences à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen. A ce niveau est sus-jacent un banc sableux marquant un changement de régime sédimentaire : *Ephedra cf. alata* est mal représenté, les Cypéracées également tandis que les Graminées restent abondantes. On peut se demander si dans ce niveau sûrement lacustre puisqu'il contient des Limnées, calcaire mais plus abondamment sableux, la microflore ne dénoterait pas une alimentation en eau plus conséquente, par un courant important évoluant déjà vers un type d'écoulement fluvial comparable à celui qui a déposé les sables supérieurs. Ce régime aurait permis le maintien d'une nappe lacustre largement alimentée, cependant, par des eaux venues du Nord, transportant très probablement des pollens atlantiques. On ne voit guère comment expliquer la juxtaposition dans la microflore d'éléments mésophiles tels que *Tilia*, *Taxus*, *Aesculus*, *Juglans* principalement et de formes subdésertiques-subméditerranéennes. La présence dans la microflore de pollens d'espèces à caractère méditerranéen s.s. ainsi que celle de pollens d'*Ulmus* peut-être, ne doit être *a priori* considérée comme résultant forcément d'une même origine; cependant le contexte palynologique général dans lequel ce groupe de pollens intervient de façon si exceptionnelle et précisément dans un niveau marqué dans sa nature pétrographique d'apports lointains, n'engage pas à les considérer comme des pollens autochtones : tout au plus pourrait-on semble-t-il, les admettre comme originaires des Monts d'Ougarta où peut-être subsistaient, dans les vallées, des îlots-refuges.

2) Quant aux formations sableuses ou sablo-gréseuses de la partie supérieure de la terrasse, on ne peut expliquer la microflore qu'à la lumière de ce que nous venons d'évoquer à propos de l'échantillon 7. Un seul niveau a permis de déceler le caractère sub-désertique de la flore. Le groupe des essences à caractère tempéré et méditerranéen n'est ici représenté que par des pollens d'*Alnus* et *Ulmus*, ces espèces que l'on ne peut exclure *a priori* d'une flore *in situ*, même dans des conditions très précaires pourvu qu'il

subsiste de l'eau localement ou éventuellement présente dans les Monts d'Ougarta. Aucun élément à caractère méditerranéen s.s. n'est représenté. Il semble que l'on puisse en conclure que cette strate sableuse et plus exactement la microflore de l'échantillon qui en est issu, traduit la physionomie "vraie" de l'environnement végétal. Si la microflore globale analysée dans la partie supérieure de la terrasse est pauvre à ce point et si elle est dominée par les pollens d'espèces tempérées, c'est probablement le fait d'une sédimentation liée à un écoulement abondant, à des sortes de crues dont l'importance devait dépasser largement celle des crues que l'on connaît actuellement au Sahara, transportant des pollens atlasiques d'espèces mésophiles, d'arbres tempérés, emportés par la vitesse du courant ne leur permettant pas de se sédimenter en abondance.

Ces dépôts doivent être considérés à la lumière des données sédimentologiques : les sables de la terrasse saourienne sont, selon H. ALIMEN (1957 a) et J. CHAVAILLON (1964), des sables fins, sans stratification, de plus en plus enrichis en gypse à mesure que l'on descend vers le Sud. La courbe granulométrique présente deux maxima caractérisant des sables fluviatiles, par ailleurs composés de grains morphoscopiquement éolo-fluviatiles ou éoliens. Il n'est pas étonnant qu'un tel régime d'écoulement ait été défavorable au dépôt des pollens transportés, qu'ils soient autochtones ou allochtones et qu'ainsi, les formations fluviatiles de la partie supérieure de la terrasse se soient révélées pauvres en pollens, contenant essentiellement des individus allochtones.

On peut se demander une fois encore, pourquoi cette accumulation de pollens de *Pinus* (atlasiques ou remaniés) dans des niveaux lacustres, alors qu'on ne les retrouve plus dans les formations fluviatiles. Il est possible que la vitesse des écoulements prenant l'aspect de crues, si les eaux contenaient de ces pollens de *Pinus* en abondance, n'ait pas permis leur sédimentation et que ces derniers aient été flottés très loin vers le Sud. Par contre dans les niveaux lacustres, même entretenus par des écoulements, les eaux stagnaient longtemps probablement et la sédimentation des pollens devenait possible.

III - CONCLUSION.

Comprendre la composition de la flore pollinique contenue dans des sédiments d'un grand axe fluviatile tel que l'oued Saoura, surtout lorsque cet oued trouve sa source dans une région montagneuse, est vraiment peu commode. Le fait que deux types de formations sédimentaires aient été reconnues en aval d'El Ouata, très près de l'oasis, permet peut-être de rendre plus explicites les résultats de l'étude palynologique qui en a été faite. A ces deux types de formations, calcaréo-sableuses et purement sableuses ou secondairement grésifiées, correspondent finalement deux aspects de la flore pollinique. Les microflores décelées dans les formations lacustres sont de toute évidence largement composées d'espèces hygrophiles (Cypéracées, Graminées) accompagnées d'*Ephedra cf. alata*, témoignant de la présence de petites dunes non lointaines ou d'épandages sablonneux. L'intervention aberrante d'un lot très abondant de pollens de *Pinus* correspondant à plusieurs espèces n'est peut-être que le fait d'une stagnation des eaux transportant ces pollens flottés depuis l'Atlas. Mais il est évident que ces écoulements ne devaient être que de faible importance, dans cette région du moins où le talweg de l'oued était large, coupé d'extensions dunaires qui sans doute servaient de retenues aux nappes lacustres (R. CAPOT-REY, 1941, p. 215 - J. CHAUVAILLON, 1964), et offraient aux buissons d'*Ephedra* un biotope de choix. Quant à la surabondance de pollens de Pin, on a évoqué également l'éventualité de pluies de soufre sur le Sahara, à l'époque du dépôt. Sporadiquement, au cours de l'édification de la partie inférieure de la terrasse, puis plus fréquemment ensuite (de façon peut-être presque constante), de véritables crues d'origine essentiellement atlasiques semblerait-il, se sont succédées, déposant le matériel détritique qui forme la partie supérieure de la terrasse. La violence de ces crues n'a pas permis aux pollens transportés de se déposer massivement. Par ailleurs les formations dunaires qui occupaient le lit de la Saoura ont été remaniées par ces écoulements, d'où le caractère morphoscopique éolien d'une grande quantité de grains de quartz dans ces sables fluviaux.

Cette activité de l'oued marquée soit d'écoulements lents, ménageant dans son lit principal des nappes lacustres, soit de fortes crues d'origine atlasique apportant des sables et remaniant ceux en place, ne semble pas devoir laisser supposer, au regard des microflores analysées et du contexte dans lequel elles se situent, des conditions climatiques plus favorables que celles que l'on peut qualifier de sub-arides. Cette période sédimentaire qui a débuté à Bou Hadid il y a plus de 40.000 ans, se terminerait, d'après une datation effectuée sur le "g6" encroûtant la terrasse à Eïdir (moins de 10 km en amont d'El Ouata), vers 14.500 ± 190 ans B.P., si l'on admet, en suivant G. CONRAD, que cette croûte est contemporaine de la fin de l'édification de la terrasse. Ce long épisode paraîtrait caractérisé par une péjoration des conditions climatiques dans la vallée de la Saoura du moins, celles-ci étant moins précaires sans doute lors des épisodes lacustres qu'au moment des crues.

D - LA TERRASSE SAOURIENNE SUR LA RIVE DROITE DE L'OUED FARES (MONTES D'UGARTA)

Lors de la précédente étude des formations ougartiennes "versicolores" apparaissant à la base de la terrasse, développée de façon si spectaculaire sur chacune des rives de l'oued Farès, à proximité de sa confluence avec l'oued el Abiod, nous avons évoqué la belle falaise verticale, haute de 8 m au-dessus du cours fossile de l'oued. Les 6 m supérieurs correspondent à la sédimentation saourienne, probablement pas d'ailleurs à la totalité des dépôts de cet âge, mais à plusieurs phases actives dans la sédimentation, séparées par des temps de repos voire même de reprises des phénomènes d'érosion (Pl. IX, fig. 2). Dans l'étude stratigraphique et sédimentologique qu'a faite J. CHAVAILLON, des formations saouriennes visibles au flanc des vallées des petits oueds qui, comme l'oued Farès, affluent vers l'oued el Abiod, il apparaît que, suivant les points d'observation, il s'agit de sédiments déposés en régime fluviatile, fluvio-lacustre, éolo-fluviatile même, représentés par des sables, parfois des cailloutis ou des lits calcaréo-sableux. Dans certains oueds se trouvent même, très bien développées, des formations tuffacées riches en empreintes végétales. La sédimentation saourienne au flanc de la vallée de l'oued Farès a été étudiée du point de vue palynologique à l'endroit même où l'ont été les conglomérats "versicolores" ougartiens. En ce point précis, la sédimentation est apparue relativement homogène, essentiellement sableuse, avec passage latéral, sporadiquement, à des lits de gravillons peu épais. Il apparaît aussi parfois des traces de ravinements justifiant bien ce que nous disions plus haut de l'intervention probable de discontinuités dans la sédimentation. Le trait le plus caractéristique de ce faciès sédimentaire, pétrographiquement assez homogène au lieu de notre étude, est la présence de strates plus ou moins noirâtres ou même franchement noires, intercalées dans cette série sableuse dont la teinte dominante reste claire. Nous n'avons négligé aucun de ces niveaux sombres en effectuant les prélèvements destinés à l'analyse qui va suivre, pensant que cette coloration pouvait être le fait d'un enrichissement en matière organique, secondairement à l'intervention, au cours de la sédimentation, d'épisodes voisins

de l'émersion. Une observation de fractions de sable ainsi teinté, à un fort grossissement, a de fait précisé que le sédiment semblait purement minéral, que les grains de quartz étaient effectivement plus ou moins marqués d'une coloration sombre, probablement liée à une imprégnation des strates sableuses par des oxydes de fer et de manganèse, sans qu'aucune trace de matière organique sous forme de particules individualisées, mêlées aux grains de sable, ne soit observable. Il faut alors conclure semble-t-il à une évolution de ces niveaux sableux, postérieurement à leur dépôt, en relation avec l'existence d'une nappe d'eau plus ou moins superficielle qui aurait migré en profondeur au fur et à mesure du pluvial guirien et donc des phénomènes d'érosion contemporains de ce dernier épisode humide. Mais il ne nous appartient pas d'essayer d'expliquer la genèse de ces niveaux sableux noirs : il importait seulement d'acquiescer la certitude qu'ils ne correspondent pas à d'anciens sols plus ou moins marécageux auxquels aurait été inféodée une flore hygrophile, un type de végétation spécialisé. Du point de vue palynologique, la série sableuse fut donc "originellement" bien davantage homogène encore qu'elle le paraît actuellement.

De l'ensemble des prélèvements effectués en série dans le 6 m de sables saouriens (Fig. 29) ont été traités et analysés 11 échantillons, dont le poids variait de 70 à 115 g. Les résultats des analyses rassemblés dans le tableau XXII font apparaître que seuls, 6 échantillons ont permis de déceler des microflore quantitativement valables, les cinq autres étant totalement ou quasi-stériles.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Quelques remarques préliminaires s'imposent avant que soient mis en évidence les traits principaux de la composition de la microflore.

1) Remarques préliminaires.

a) Dans l'ensemble des analyses l'état d'altération prononcé de la majorité des pollens doit être noté; en conséquence, l'expression des résultats reste parfois très imprécise. Ainsi, il a été impossible de

dénombrer dans certains niveaux, les pollens de *Pinus* (en 4 et 5) et d'*Ephedra* (en 5 et 6). C'est pourquoi, comme nous avons été amenée à le faire pour quelques-unes des analyses d'échantillons prélevés à El Ouata, nous avons dû adopter, faute de pouvoir chiffrer les éléments concernés, le signe "+" dont la répétition essaie de traduire la fréquence relative des individus présents.

b) Les pollens de *Pinus* sont particulièrement touchés par cette altération et le détail de la structure de l'exine et de la couche alvéolaire des ballonnets n'a pu être observée avec précision. On peut dire toutefois que pour la grande majorité de ces pollens, la taille du corps des grains se situe entre 36 et 45 μ . En 4, où les pollens de *Pinus* n'ont pas été dénombrés, ainsi qu'en 9, 1 pollen a pu être rapproché de celui de *P. halepensis*. Par ailleurs, en 9 et 10, deux autres espèces sont probablement représentées : en 9, par un pollen dont le corps mesure 30 μ (exine de la calotte très mince), en 10, par un pollen d'aspect squelettique, mais de très grande taille. Il est ainsi vraisemblable que plusieurs espèces sont représentées, parmi lesquelles *Pinus cf. halepensis* l'est peut-être davantage que semble le laisser penser la morphologie des fossiles.

c) La détermination des pollens d'*Acacia* a été également extrêmement délicate, certaines polyades n'étant reconnues comme telles que grâce à une observation en immersion, ce qui est rare dans la détermination de ce type pollinique. Les polyades ont une taille voisine de 36 μ et une exine apparemment lisse; la forme des ouvertures est celle qui caractérise les polyades d'acacias du groupe des "gommières". Il n'est pas impossible qu'il s'agisse d'*Acacia raddiana*. Dans l'échantillon 10, l'une des 5 polyades montre une exine épaisse et structurée signifiant la représentation d'une espèce différente de la précédente.

2) Les grands traits de la composition de la flore pollinique.

Compte tenu des remarques précédentes et principalement de la difficulté que nous avons eue à préciser numériquement la représentation d'un certain nombre d'éléments, il semble que, sans lier les résultats des

diverses analyses à la stratigraphie par ailleurs très homogène, il apparaisse trois types d'associations polliniques qui peut-être traduisent autant d'aspects de la physionomie du paysage végétal à des moments divers.

a) à la base de la coupe, le niveau noir dont est issu l'échantillon 2 est caractérisé par une microflore qui rassemble des pollens d'*Argania* essence d'origine tropicale, écologiquement méditerranéenne et ainsi relativement proche des espèces strictement méditerranéennes (3,5%) que sont *Juniperus oxycedrus*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, de même que des pollens d'espèces les plus subméditerranéennes parmi le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen. Ce dernier est à peine marqué par le développement de plantes psammophiles et halophiles, mais bien davantage dominé par les Ombellifères (31%) (non sahariennes) et les Crucifères (25%), qu'accompagnent 10% de Composées tubuliflores et 9% de Graminées dont la signification reste méconnue dans le contexte général de la microflore. La dominance des Ombellifères, au regard du très petit nombre des espèces sûrement désertiques actuellement, confère à ce dernier groupe une nuance au moins sub-méditerranéenne; on est tenté d'en dire autant des Crucifères, avec réserve toutefois, en raison de l'existence d'espèces sahariennes au sein de cette famille pourtant essentiellement méditerranéenne. La composition de la microflore en ce niveau sableux suggérerait volontiers des conditions semi-arides et un milieu localement humide, un lit d'oued au moins temporairement fonctionnel, ne laissant que peu de place aux épanchages sablonneux susceptibles d'être colonisés par des espèces psammophiles. Il n'apparaît pas non plus que les conditions de milieu aient été favorables au développement d'une végétation halophile. Ces quelques réflexions seront réenvisagées dans le cadre plus général d'un essai d'interprétation de l'ensemble des résultats des diverses analyses.

b) bien qu'elles diffèrent quelque peu, il paraît logique de rassembler dans un même commentaire les remarques soulevées par la composition des microflores reconnues dans les échantillons 4, 5, 6 qui correspondent d'ailleurs à des prélèvements dans des niveaux noirs séparés par

Eléments d'origine tropicale :

Acacia (2 esp., gr. des "gommières" dont *A. raddiana* (?))
Argania (Sapotacées)

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminé :

Pinus

- à caractère tempéré :

cf. *Ulmus*

- à caractère méditerranéen s.s.

Pinus cf. halepensis
Juniperus oxycedrus (Cupressacées)
Quercus type "*ilex*"
autres *Quercus*
Olea cf. europea

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Rhus tripartitum (Anacardiaceae)
Ephedra cf. alata
Chénopodiaceae type "*Atriplex*"
autres Chénopodiaceae
Composées tubuliflores
Composées liguliflores
Artemisia (Composée)
Artemisia (pollen à mésocolpium concaves)
Graminées
Calligonum (Polygonacée)
Ombellifères
Crucifères
Paronychia arabica (Caryophyllacée)
Silene (Caryophyllacée)
Echium (Boraginacée)
cf. *Fagonia* (Zygophyllacée)
Plantago
Plumbaginacées : *Armeria* ?
cf. Scrofulariacées

Espèces à caractère hygrophile :

Cypéracées
spores de Ptéridophytes (2 espèces)

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale
% des éléments à caractère tempéré
% des éléments à caractère méditerranéen s.s.

2	4	5	6	9	10
1	1			9	5 2 esp.
1	+++++	++		5	11
				1	
	1			1	
1					
5					3
					2
1				4	1
5	190	+++	++	1 23	18
1	1			5	2
3				1	2
18	3			16	14
7	1			8	7
6					4
1				3	
17	4	++		21	7
1					
59				4	9
46				2	
				16	3
					8
1					
1				2	
	1			3	
1					
12	3			30	
189	205	+++++	++	159	97
	<i>Pinus</i>				
+	+	-	-	5,5%	≈5%
?	?	?	-	+	?
≈ 3,5%	+	-	-	2,5%	5%

Tableau XXII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations saouriennes de la terrasse de l'oued Farès, sur sa rive droite (Monts d'Ougarta) (le signe "+" figuré en plus ou moins grand nombre traduit les proportions relatives; représentation d'individus que l'on n'a pu chiffrer en raison de leur abondance et parfois d'un état de détérioration très prononcé).

des strates de sable clair. Toute la diversité spécifique notée dans la microflore issue de l'échantillon 2 disparaît ici. Les résultats des analyses de ces échantillons n'ont pu être chiffrés. L'individualisation de trois groupements s'en dégage cependant :

- *Pinus-Ephedra* (en 4) (Graminées quasiment inexistantes)
- *Pinus-Ephedra*-Graminées (en 5)
- *Ephedra* (en 6)

. l'abondance des pollens de *Pinus* en 4 et 5 intervient comme un phénomène aberrant, analogue à celui qui est apparu aussi manifestement dans les niveaux lacustres calcaréo-sableux de la terrasse d'El Ouata. Les caractéristiques morphologiques indéfinissables de ces pollens de Pin, dont nous avons vu que plusieurs espèces devaient être représentées (*Pinus cf. halepensis* le serait en 4, mais par un seul pollen reconnu avec certitude), engage à les considérer comme des individus allochtones dont la présence en aussi grand nombre serait le fait, soit d'un remaniement de terrains plus anciens, soit d'un phénomène anormal tel qu'une pluie de pollens qui aurait atteint le Sahara à une certaine époque ou à plusieurs moments au cours du Saourien.

. quant à la grande abondance également des pollens d'*Ephedra* en 4, 5, 6, accompagnés de pollens de Graminées en 5, elle semble dénoter l'extension d'épandages sableux ou sablonneux, propres à l'installation d'*Ephedra* notamment, peut-être accompagnée de Graminées, psammophiles du moins, car il n'est pas impensable non plus que de place en place, ces épandages aient été interrompus de petites "gueltas" au bord desquelles auraient pu se développer des Graminées hygrophiles. Notons cependant qu'aucun pollen de Cypéracées n'a été ici reconnu comme à El Ouata. On est donc invité à voir, en la composition aberrante de cette microflore, l'expression d'un milieu sableux essentiellement peuplé d'*Ephedra* et de quelques Graminées, sous des conditions climatiques sub-arides-arides. Le milieu n'est pas apparemment évaporitique; probablement n'est-il pas très éloigné de celui

que l'on connaît actuellement dans les vallées sèches des Monts d'Ougarta. Ceci demande d'être replacé dans le contexte géologique et sédimentologique de l'ensemble des formations saouriennes, préoccupation qui va intervenir dès qu'auront été envisagées les microflores issues des échantillons 9 et 10.

c) dans le tiers supérieur de la coupe, les échantillons 9 (sable clair) et 10 (sable noirâtre) peuvent, semble-t-il, être considérés ensemble quant aux microflores que l'on y a décelées. On y remarque :

- la quantité notable des polyades d'*Acacia* dont on a vu précédemment qu'il était vraisemblable qu'elles représentent *Acacia raddiana*, accompagné en 10 d'une polyade d'une autre espèce du groupe des "gommiers" également, mais restée indéterminée.

- la disparition de cette surabondance de pollens de *Pinus* et la représentation de ce genre par un très petit nombre de pollens restés indéterminés, sauf un pollen de *Pinus cf. halepensis* en 9.

- la présence d'un pollen d'*Ulmus* (en 9), pollen si altéré que l'on a fait figurer le genre avec réserve. N'est-ce pas ici le signe d'un apport de pollens étrangers à la microflore *in situ*, issus de formations antérieures remaniées ?

- la représentation de quelques espèces à caractère méditerranéen s.s., *Pinus cf. halepensis* et *Olea cf. europea* en 9, *Quercus* type "*ilex*" et d'autres espèces de ce genre ainsi qu'*Olea cf. europea*, en 10.

- un groupe dominant de pollens d'espèces à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, au sein duquel sont plus particulièrement marquants les pourcentages :

	9	10
d' <i>Ephedra cf. alata</i>	14,5 %	17%
de Composées tubuliflores	10 %	≈ 14%
de Graminées	13 %	≈ 17%
de <i>Paronychia arabica</i>	10 %	+

Dans ces microflores par ailleurs sont représentés *Rhus tripartitum* (en 9) et un petit nombre d'Ombellifères non sahariennes entre autres. On y compte très peu de pollens d'*Artemisia*, quasiment plus de pollens de Crucifères et le milieu ne paraît pas *a priori* très fortement évaporitique (extrêmement peu de pollens de Chénopodiacees halophiles). On ne peut négliger de noter la quantité importante des pollens indéterminables (19%).

Ces deux flores polliniques relativement peu éloignées l'une de l'autre au regard de leur composition semblent traduire, par rapport à celles décelées dans les niveaux sous-jacents, une amélioration des conditions climatiques et un retour, après une phase voisine de l'aridité, à un contexte peut-être non éloigné de la semi-aridité.

II - ESSAI D'INTERPRETATION ET CONCLUSION.

Il semblerait ressortir de cet examen des diverses microflores, qu'à travers les niveaux analysés du moins, des jalons sont décelables dans l'évolution des conditions climatiques. Une période de cette évolution, révélée par l'analyse de l'échantillon 2 se traduirait dans la physionomie du paysage par une phase d'activité de l'oued Farès, une phase d'écoulements calmes ne mettant en mouvement qu'un matériel détritique fin sous des conditions qui pourraient être voisines de la semi-aridité, marquées de pluies locales, n'ayant pas le caractère torrentiel qu'elles eurent à l'Ougartien. Le développement d'espèces méditerranéennes s.s. dont la présence est attestée par leurs pollens, si ces derniers sont bien *in situ*, semble en témoigner. Puis surviendraient des conditions nettement arides découvrant des nappes sablonneuses dans le talweg de l'oued, milieu favorable au développement d'espèces psammophiles (*Ephedra cf. alata*), sans que soit exclue la persistance de "gueltas" au bord desquelles auraient vécu quelques Graminées. C'est ce que paraissent signifier les analyses des échantillons 4, 5, 6. A cette époque intervient un phénomène aberrant dans la sédimentation pollinique : la surabondance de pollens de *Pinus*, correspondant fort probablement à plusieurs espèces, traduit un apport étranger dont l'origine ne peut guère être envi-

sagée dans cette vallée des Monts d'Ougarta, par une autre voie que celle des courants aériens venus de l'Atlas, à moins qu'il s'agisse d'individus issus de remaniements. A la partie supérieure de la terrasse, dans un niveau clair et dans un niveau noir, des données palynologiques très comparables mettent en évidence un retour vers des conditions moins précaires du climat, favorisant le développement d'essences méditerranéennes *s.s.* arborescentes, auxquelles sont mêlées deux espèces d'*Acacia*, mais aussi d'une strate basse herbacée ou buissonnante, comptant des espèces à caractère édaphique certain (*Ephedra*, *Graminées* ?) ainsi que d'autres marquées d'une nuance déjà méditerranéenne (*Rhus tripartitum*, Ombellifères notamment). Des spores de Ptéridophytes attestent une certaine humidité mais il faut noter l'absence de Cypéracées.

Ce ne sont ici que des données déduites de la composition des microflores et relatives à des moments très précis de la sédimentation saourienne. Toutefois, si nous nous reportons au contexte géologique et climatique qu'a tenté de reconstituer J. CHAVAILLON (1964, pp. 240-244), il apparaît que les formations saouriennes, à la base de la falaise que l'on peut maintenant observer dans l'oued Farès, ne correspondent pas au début de la sédimentation. Les premiers sables déposés vinrent en effet combler la dépression creusée au sein des conglomérats ougartiens, puis ensuite reposer sur la terrasse ougartienne elle-même : ce n'est donc qu'à partir de ce moment de la sédimentation saourienne dont les dépôts sont sus-jacents à l'Ougartien, que l'on possède, à l'entrée de l'oued Farès, des vestiges de sables mis en place au Saourien. La phase d'érosion guirienne a en effet ultérieurement re-creusé le talweg de l'oued jusqu'à mettre à jour la terrasse ougartienne consolidée. Il nous manque alors de connaître ce qu'auraient révélé, quant à la végétation et secondairement quant au climat, les sables les plus inférieurs du Saourien du Kheneg et Tlaïa, qui par ailleurs sont présents à quelques dizaines de mètres du confluent de l'oued Farès avec l'oued el Abiod. Ils reposent sur les conglomérats ougartiens, peu au dessus de la base de la Butte Catherine dont seront analysés les dépôts guiriens. Un point est donc acquis :

c'est la méconnaissance dans laquelle nous restons de la composition d'éventuelles microflores présentes dans la partie inférieure des dépôts saouriens.

Par ailleurs, du point de vue géologique, J. CHAVAILLON pose le problème de l'origine des sables saouriens dans les vallées des Monts d'Ougarta. Dans la région du Kheneg et Tlaïa, l'auteur précise qu'au-delà de la confluence des petits oueds avec l'oued el Abiod, on n'observe plus de témoins de la terrasse saourienne (détruite sans doute par l'érosion). Il propose l'hypothèse, au Saourien, d'une inversion du sens de l'écoulement des eaux qui, venues de l'extérieur des djebels, auraient emprunté la voie du Kheneg et Tlaïa, apportant jusqu'à l'embouchure des petits oueds affluents de l'oued el Abiod, un matériel détritique arraché à la falaise mazzérienne de la Daïet el Oussah, située à quelques 5 ou 6 km à vol d'oiseau au Nord-Ouest du débouché de l'oued Farès. Par ailleurs, qu'on écarte ou non la notion d'un sens d'écoulement analogue à l'actuel, il faut aussi penser que, probablement, les phénomènes d'érosion liés au Pluvial Saourien ont pu remanier la partie terminale de l'Ougartien qui, sous un faciès plus ou moins meuble, était très vulnérable (suggestion de Melle ALIMEN, communication orale, 1971).

Si nous avons cru opportun de rapporter ici l'hypothèse formulée par J. CHAVAILLON quant à l'origine des sables saouriens, c'est qu'il n'est pas très aisé de faire le lien entre ces formations sédimentées et un contexte climatique que l'on est gêné de définir exclusivement par la palynologie. En effet, ce petit groupe des espèces méditerranéennes *s.s.* représentées par leurs pollens nous a servi de base dès le début de l'interprétation de cette analyse, pour proposer des conditions climatiques voisines de la semi-aridité, deux fois renouvelées pendant le laps de temps auquel correspond la partie encore visible des formations sédimentées. Il n'en reste pas moins vrai que ce groupe d'essences méditerranéennes n'est pas aussi cohérent qu'il apparaît dans certaines analyses et que, si cela ne suffit pas à justifier qu'il doive être définitivement exclu de la flore *in situ*, nous sommes autorisée cependant à nous poser la question de son existence certaine au moment de la sédimentation des dépôts concernés. Si l'on devait admettre que ces quelques pollens d'essences méditerranéennes *s.s.* soient allochtones (comme c'est très probablement le cas du pollen

d'*Ulmus*) et qu'ils soient issus des sédiments d'origine des sables saouriens (formations mazzériennes selon l'hypothèse de J. CHAVAILLON, ou formations ougartiennes, comme l'a suggéré Melle ALIMEN), la composition des microflores saouriennes prendrait alors une autre signification et nous conduirait à proposer, contemporain des épisodes ici représentés de la sédimentation saourienne, un contexte climatique oscillant entre des phases arides et sub-arides, comme cela a été défini dans la vallée de la Saoura, d'après les données, si difficilement interprétables d'ailleurs, des microflores décelées en différents niveaux de la terrasse à Bou Hadid puis à El Ouata. Au terme de cette analyse de sédiments saouriens au cœur des Monts d'Ougarta, nous admettrons donc deux hypothèses (semi-aridité ? sub-aridité avec des pointes d'aridité ?) entre lesquelles nous ne savons nous prononcer, tout en accordant davantage de crédit à celle qui rejoint les conclusions qui semblent devoir se dégager des analyses dans la terrasse de la Saoura.

E - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS SAOURIENNES.

De la discussion qui vient d'accompagner chacune de ces analyses, il ressort qu'il n'est pas très aisé de dégager des conclusions qui nous donnent une certitude quant aux nuances qu'il faut accorder aux conditions climatiques qui ont présidé à la sédimentation saourienne. Nous les avons envisagées en premier lieu dans la vallée de la Saoura, où la variabilité de composition des flores polliniques recueillies, liée au grand nombre des échantillons analysés, n'a cependant pas masqué que deux types principaux d'associations floristiques devaient être reconnus, au niveau du moins de l'oasis d'El Ouata. De fait, ces deux types de microflores, au sein desquelles a été perçue l'intervention, dans la sédimentation pollinique, de composantes manifestement allochtones, sont attachées à deux types de faciès sédimentaire, lacustre ou fluvio-lacustre et plus strictement fluviatile. Et ce sont finalement des sédiments dont la composition pétrographique marque une sorte d'évolution de l'un vers l'autre faciès, qui ont permis de caractériser avec plus de discernement les microflores *in situ* et celles résultant d'un complexe mélange d'individus autochtones et allochtones (échantillons 7 et 11 d'El Ouata).

Dans la vallée de la Saoura et très précisément en aval d'El Ouata, il est apparu qu'à un faciès calcaréo-sableux résultant d'épisodes sédimentaires lacustres sporadiques et localisés correspondait une microflore issue d'espèces hygrophiles (Cypéracées, Graminées), mêlée de pollens de plantes psammophiles; ces dernières occupaient les surfaces sablonneuses et les petites dunes qui se partageaient, avec les nappes lacustres, le vaste talweg d'un oued fonctionnel mais au cours calme et divaguant. Les données microfloristiques sont étayées de renseignements fournis par l'étude des Diatomées, pour la première fois entreprise au Sahara nord-occidental, par la présence d'une faune de Gastéropodes dont les coquilles ont permis la détermination d'âges radiométriques. Tout un faisceau d'observations caractérisent donc ces formations lacustres et saumâtres. Notons qu'un épisode plus nettement marécageux a été défini un peu au Nord d'El Ouata, à Bou Hadid, pratiquement à la base de la terrasse, donc au début de la sédimen-

tation saourienne, à la faveur d'une couche organique contenant un niveau ligniteux. Toujours à El Ouata, les manifestations d'un régime fluvial qui se serait instauré probablement sur la plus grande partie du cours de l'oued, sous forme d'écoulements abondants analogues à des crues de plus ample importance que celles actuelles certainement, se traduisent, dans la sédimentation pollinique, par l'appauvrissement considérable d'une microflore dominée par des pollens d'espèces atlasiques, à caractère tempéré essentiellement, pollens que l'on dirait sédimentés accidentellement tant ils sont rares, mais qui signifient par là-même une certaine violence et une certaine vitesse du courant empêchant un dépôt massif de la microflore transportée. Au nombre de ces pollens allochtones figurent, selon des proportions aberrantes, des pollens du genre *Pinus*, généralement très altérés, parmi lesquels certains ont été reconnus comme n'appartenant pas aux espèces de ce genre actuellement présentes en Afrique du Nord, ou même plus largement à l'ensemble du bassin méditerranéen. Remaniements ? transport par l'eau ? pluies polliniques analogues aux pluies de soufre ? ont été évoqués pour justifier ce phénomène. Le petit nombre des pollens à caractère méditerranéen *s.s.* reconnus à El Ouata, se trouve lié de façon très évidente (en 7) à un contexte microfloristique partiellement empreint d'un caractère allochtone qui suggère plus volontiers de considérer ces diverses flores polliniques comme ayant une commune origine septentrionale. Nous ne pouvons opter définitivement pour cette hypothèse et rejeter *a priori* ces pollens d'espèces méditerranéennes *s.s.*, voire même quelques pollens d'aulne ou de saule, d'une flore pollinique issue d'espèces *in situ*. Le contexte général palynologique, pétrographique, invite cependant à envisager sur toute cette partie de la vallée de la Saoura, des conditions relativement précaires, moins rudes que celles actuelles bien sûr, différentes aussi certainement, suivant que le régime des écoulements était lacustre ou fluvial. Nous pensons que les microfiores de Bou Hadid et d'El Ouata, dans toute leur complexité se sont sédimentées en régime sub-aride, ce qui marquerait par rapport aux cycles sédimentaires précédents une légère dégradation des conditions climatiques.

Si nous n'avons pas manqué d'évoquer une origine possible des pollens des quelques espèces méditerranéennes *s.s.* dans les Monts d'Ougarta où il serait bien permis d'imaginer quelque biotope privilégié, quelque flot-refuge, l'ensemble des microflores décelées dans les sédiments saouriens de l'oued Farès nous a placée devant un choix en présence duquel nous n'avons pas pris parti définitivement et ne le ferons pas. Un épisode voisin de l'aridité apparaît de toute évidence entre deux phases marquées par des microflores enrichies de pollens d'un petit nombre d'espèces méditerranéennes *s.s.*, nécessitant des conditions semi-arides. Cependant le manque de diversité et de cohérence de ce petit groupe appelle beaucoup de réserve : en supposant son effacement de la flore pollinique autochtone nous rejoindrions les conditions sub-arides que nous pensons devoir reconnaître au cours de la sédimentation dans la vallée de l'oued principal. Cependant, quant au Saourien de l'oued Farès nous accepterons que subsistent deux hypothèses avec, de notre part, une préférence pour celle qui répond à ce que nous avons admis pour la Saoura. Rappelons enfin que la période de sédimentation saourienne a débuté à une date antérieure à 40,000 ans (âge évalué grâce au niveau ligniteux de Bou Hadid), pour s'achever au plus tard vers - 14,500 $\pm$ 190 B.P. (âge radiométrique évalué d'après le "gô" qui encroûte la terrasse à Eïdir). Quelques jalons au cours de ce long épisode sont connus à la suite de datations effectuées sur les coquilles de Limnées caractérisant les niveaux à caractère calcaire d'El Ouata (- 33,900 $\pm$ 1900 B.P. et - 32,700 $\pm$ 1700 B.P.) et sur un niveau également calcaire, présent non loin du sommet de la terrasse à Anefid, moins de 10 km au Sud d'El Ouata (- 16,300 $\pm$ 350 B.P.).

FORMATIONS SEDIMENTEES AU GUIRIEN

(SECONDE PARTIE DU QUATERNAIRE RECENT)

A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE GUIRIEN.

I - EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET FACIES SEDIMENTAIRE

Alors que commence l'érosion des dépôts mis en place lors de la phase de sédimentation saourienne, s'ouvre le dernier cycle sédimentaire qui précède l'époque actuelle, le cycle guirien.

Dans la vallée de la Saoura, en un premier temps, les phénomènes d'érosion déterminent dans les alluvions saouriennes, une terrasse dont le sommet se situe à 20-25 m au-dessus de l'actuel talweg, terrasse au-dessous de laquelle s'observent deux paliers dont les altitudes respectives sont de 18-20 m pour le palier supérieur et de 7-8 m pour le palier inférieur.

Dans la région des Monts d'Ougarta que concerne également cette étude, la puissance de l'érosion fut moins intense que dans la vallée de l'oued principal (H. ALIMEN, 1952 - J. CHAVAILLON, 1964 - G. CONRAD, 1969).

Les sédiments guiriens se distinguent de ceux des cycles précédents, du Saourien notamment, par une remarquable différence de coloration des dépôts (bruns, brun-rouge ou orangé) et par leur très faible puissance (5 à 6 m généralement). C'est ainsi que, suivant l'importance relative de l'intensité de l'érosion et de la puissance des sédiments, la base de la terrasse guirienne peut se trouver au niveau même du talweg actuel (altitude 0 dans la Haute Saoura), ou bien à un niveau inférieur (à Béni-Abbès, Moyenne Saoura où les eaux actuelles coulent dans les alluvions guiriennes), enfin à une altitude variant de 2 à 4 m (lorsque la terrasse saourienne n'a pas été creusée dans la totalité de son épaisseur). Dans ce dernier cas, la base de la terrasse guirienne surmonte les formations saouriennes non atteintes par l'érosion, il en est ainsi dans les vallées intradjabelliennes des Monts d'Ougarta. Aussi les alluvions guiriennes sont-elles observées soit emboîtées dans la terrasse saourienne, soit superposées à cette dernière (J. CHAVAILLON, 1964).

L'étude sédimentologique a déterminé un nombre restreint de types pétrographiques pour cette période; sables diversement consolidés, calcaires sableux très rarement, cailloutis parfois : ainsi se résument les diverses formes sous lesquelles apparaît la sédimentation guirienne dont on pense qu'elle fut essentiellement lacustre, ou fluviatile, mais en eaux relativement calmes.

Pour préciser cet aperçu des dépôts guiriens il ne faut pas omettre de noter deux formations qui ne font pas partie de la terrasse guirienne proprement-dite mais qui sont probablement contemporains de son édification. D'une part, un grès rose, d'aspect très particulier appelé "gô", semble sceller des paliers d'érosion visibles dans la terrasse saourienne ou bien recouvre, fragmenté, les flancs de cette terrasse. Mais également ces paliers d'érosion sont en certains points recouverts de formations lacustres : dépôts gypseux de sebkha ou sables marno-calcaires blancs, devenant gris ou noirs en profondeur (1 m au maximum) suivant le degré de leur altération. Ces derniers sont visibles un peu en aval de Béni-Abbès, à Hemama, où ils recouvrent le palier inférieur de la terrasse saourienne.

C'est enfin à l'époque guirienne que nous est révélée une fois encore l'occupation par l'Homme de ces régions devenues, depuis, désertiques. Le Guirien est marqué par l'épanouissement de l'industrie néolithique dont les stations sont très nombreuses en surface et sur toutes les terrasses ou paliers d'érosion, mais également *in situ* (J. et N. CHAVAILLON, 1957). Nous aurons, lors de l'étude de chaque site néolithique, l'occasion d'en parler de nouveau.

II - LOCALISATION DES PRELEVEMENTS.

Les lieux de prélèvements en vue de l'étude palynologique des formations guiriennes ont été choisis de façon que soient représentés le mieux possible les divers types de sédimentation, dus aux conditions locales dans lesquelles on les rencontre. Ainsi ont été retenus :

a) Dans les Monts d'Ougarta, les formations guiriennes de la "Butte Catherine" (Kheneg et Tlaïa), datées par une industrie néolithique qu'ont étudiée J. et N. CHAVAILLON (1957).

b) En bordure de l'Erg er Raoui, à une soixantaine de km de la terminaison septentrionale du Kahal de Tabelbala : la butte des calcaires sableux blancs, à Diatomées et coquilles lacustres, du puits d'Hassi Manda (H. ALIMEN et coll., 1971), et le site néolithique, peu éloigné du puits, fouillé par J. MATEU.

c) Le site néolithique de Zmeïlet Barka, situé au Sud-Est de l'Erg Djemel et fouillé également par J. MATEU.

Ces trois derniers sites : Zmeïlet Barka, Hassi Manda (butte du puits et fouille néolithique) présentent, outre l'intérêt des industries et des faunes qu'ils ont livrées, celui d'être maintenant datés par le radio-carbone.

B - FORMATIONS GUIRIENNES DE LA "BUTTE CATHERINE"
(KHENEG ET TLAIA, MONTS D'OUGARTA).

A moins d'un kilomètre du lieu où nous avons étudié la terrasse de l'oued Farès, au confluent même de l'oued Lacha et de l'oued el Abiod, la "Butte Catherine" est un témoin, isolé par les phénomènes d'érosion sub-actuelle, de la succession, dans le Kheneg et Tlaïa, des cycles sédimentaires ougartien, saourien, guirien. Cette petite butte de forme approximativement ovale, dont le grand axe se confond avec la direction SW-NE selon laquelle est orienté le cours de l'oued el Abiod, ne dépasse pas 12 m dans sa longueur et 5 m dans sa hauteur (Pl. X, fig. 1). De la base au sommet, on reconnaît, séparés par des ravinements très nets, un conglomérat ougartien dans lequel, en cet endroit, se trouve creusé le talweg actuel de l'oued el Abiod, des sables et des cailloutis saouriens datés par la présence de pièces d'une industrie atérienne, enfin une épaisseur dépassant 2 m au point étudié, face au N-NW, de formations sableuses correspondant à la sédimentation guirienne. C'est dans ces formations qu'ont été découverts par J. et N. CHAVAILLON (1957) deux habitats néolithiques. L'emplacement de l'habitat supérieur est situé sur la coupe (Fig. 33), dont le replat correspond au plan horizontal sur lequel était organisé un véritable pavage, un fond de cabane, accompagné d'abondants objets faisant partie de cet habitat.

L'étude palynologique étant limitée aux sédiments guiriens, la coupe que nous avons relevée (Fig. 33) ne représente que le sommet de la butte Catherine.

Au sujet de ces formations, nous avons été amenée à dépasser le cadre de l'analyse palynologique. La coupe à travers les formations guiriennes telle qu'elle a été observée lors des prélèvements, montre, à la suite du ravinement post-saourien, une succession de strates relativement bien individualisées, les unes très nettement sableuses (sable ocre au niveau des prélèvements 3 et 8, ou sables jaune clair au niveau du prélèvement 10 et dans le niveau tout à fait supérieur), d'autres où le sable ocre est moyenne-

nement consolidé et parcouru de veines noirâtres (niveau des prélèvements 2, 5, 6, 7), d'autres enfin dont l'aspect laisse facilement penser à des marnes sableuses; ce sont des strates plus nettement consolidées que les précédentes, de couleur brune, souvent masquée par des passées noires ici très accentuées.

Il apparaît de plus, dans ces niveaux comme dans les précédents, de petites taches blanches qui correspondent à de minuscules concrétions calcaires. Le doute qui subsistait quant à l'origine des veines de couleur noire au sein des formations sableuses plus ou moins consolidées nous a conduit à soumettre les échantillons 2 et 6 (sableux), 4, 9, 11 (apparemment marneux) à l'analyse diffractométrique qu'a bien voulu effectuer Lucien CASTA, collaborateur technique au Laboratoire de Géologie du Quaternaire de Bellevue. Enfin nous avons fait une observation, à la loupe binoculaire, de fractions de ces échantillons avant et après ébullition prolongée dans l'acide chlorhydrique. Grâce à ces analyses ont été confirmés les deux points suivants :

a) les niveaux à aspect marneux (4, 9, 11) ne sont en réalité que des sables consolidés par du calcaire. Les diffractogrammes obtenus ne révèlent la présence d'argiles qu'à l'état de traces (*Kaolinite*, *Illite*, *Attapulgit*, *Montmorillonite*), en quantité si faible que l'on ne peut même pas parler de sables argileux. De plus les tracés obtenus par diffractométrie sont pratiquement superposables entre eux. Ils sont également superposables aux figures obtenues pour les sables ocres à passées noirâtres (2 et 6), à l'exception cependant des pics correspondant à la calcite.

b) les veines noirâtres qui, à l'oeil nu, pouvaient être interprétées comme des niveaux cendreux ou organiques, ne sont pas d'origine végétale. Le traitement appliqué aux particules noires isolées, de taille variable, mais atteignant parfois ici plusieurs millimètres, a confirmé ce que semblait prouver l'observation à un fort grossissement, à savoir, la présence sous cette forme, de concrétions ferrugineuses contenant peut-être également du manganèse. A l'occasion de cette observation, sans vouloir faire une analyse morphoscopique qui n'est pas le but de notre recherche,

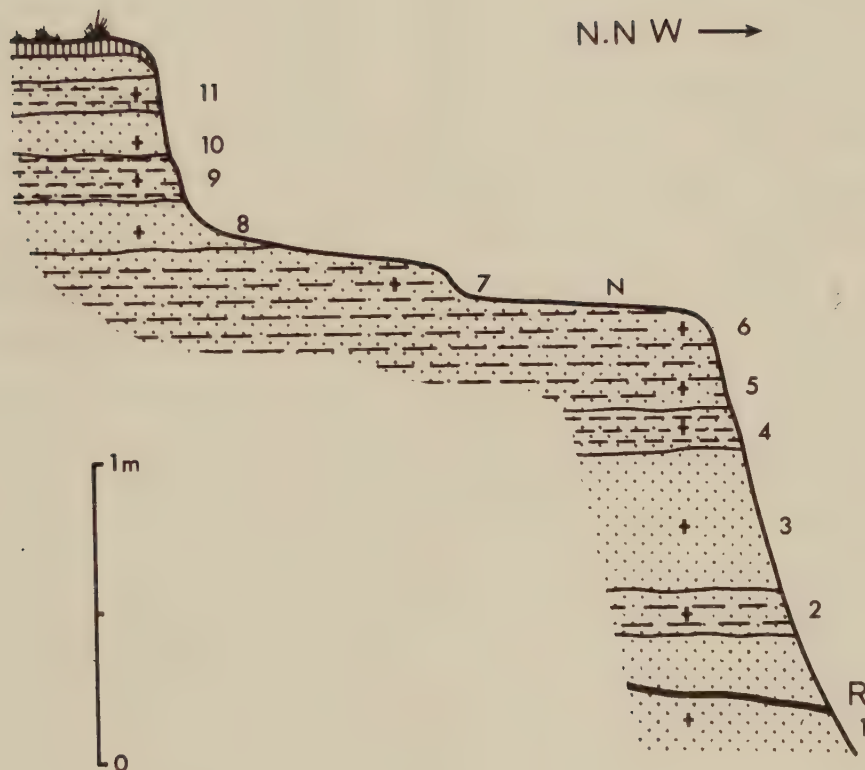


Fig. 33 Analyse pollinique des formations guiriennes au sommet de la "Butte Catherine" (Monts d'Ougarta).

- 1 : sable ocre-jaune (saourien)
- R : ravinement à la limite Saourien-Guirien
- 2, 5, 6, 7 : sable ocre légèrement consolidé et parcouru de veines noirâtres.
- 3, 8 : sable ocre
- 4, 9, 11 : niveaux sableux calcaires, durs, de couleur brune masquée par l'abondance de veines noires.
- 10 et au-dessus de 11 : sable jaune clair
- N : emplacement du pavage néolithique : habitat fouillé par J. et N. CHAVAILLON (1957).

nous avons remarqué le caractère éolo-fluviatile des grains de quartz, le mélange de grains émoussés luisants nettement fluviatiles à des grains mats d'origine éolienne ou éolo-fluviatile.

Une fois précisés, ces quelques éléments nous permettent, à la lumière d'interprétations familières au pédologue (indications orales de Michel ICOLE, de considérer les formations guiriennes comme un ensemble relativement homogène au sein duquel les sables ocres, légèrement consolidés, teintés de noir et les strates plus dures et plus sombres, sont très proches par leur origine et le faciès sédimentaire qu'elles impliquent. Les petites efflorescences blanches aussi bien que les concrétions ferrugineuses noires sont justifiées par l'origine fluvio-lacustre que l'on a toujours attribuée à la sédimentation guirienne au Kheneg et Tlaïa, sachant qu'elles représentent des conditions secondaires d'hydromorphisme, c'est-à-dire de précipitation des carbonates, des hydroxydes de fer et peut-être de manganèse en milieu inondé, mal drainé et soumis sporadiquement à l'émersion. La plus ou moins grande concentration en concrétions noires, ainsi que la distinction faite sur le terrain même, entre les niveaux diversement consolidés et colorés, exprime probablement cette succession, en régime lacustre, de phases d'immersion et d'exondation. Ces dernières font place, de temps à autre, à des périodes d'assèchement plus prononcées, au cours desquelles se sont formées les strates purement sableuses, ocres ou jaunes, dont les grains de quartz ont un caractère tout à fait éolien.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Dans le contexte des données précédentes, laissant supposer des fluctuations, peut-être à l'échelle locale, d'un microclimat, les hommes néolithiques ont trouvé, au bord d'une nappe lacustre ou marécageuse, des conditions de vie favorable. Il est possible maintenant de dégager les grandes lignes de l'étude palynologique.

L'analyse repose sur des quantités de sédiment variables mais suffisantes pour que les échantillons presque stériles en pollens signifient bien une pauvreté réelle du sédiment aux points de prélèvements correspondants. Ces derniers ont été choisis en tenant compte des apparentes différences de faciès précédemment évoquées. Un premier prélèvement a été effectué dans le sable saourien dans lequel est inscrit le ravinement (R) : il s'est montré stérile.

Dans les formations guiriennes 10 prélèvements ont été analysés dont deux, à la base (2 et 3), sont également stériles. Les résultats réunis dans le tableau XXIII, montrent alors que seuls les trois échantillons 5, 6, 11 ont livré des pollens en quantité valable (respectivement 218, 106, 145 pollens). Cette majorité de niveaux stériles ou très pauvres s'explique lorsqu'on sait que l'ensemble des pollens reconnus ou déterminés étaient eux-mêmes extrêmement altérés : en général les structures ont disparu et ce ne sont que des fantômes de pollens que seule l'observation en immersion a permis de déterminer. Ceci est vrai pour l'ensemble des analyses, même les moins pauvres.

Au niveau de l'échantillon 8, le mode de représentation des "Indéterminables" dans le tableau XXIII exprime l'impossibilité de dénombrer des éléments très abondants dont nous sommes sûre que ce sont des pollens, sans cependant pouvoir être plus précise.

Il faut donc, pour dégager de cet ensemble d'analyses les traits dominants de la flore pollinique, regarder ce qu'est cette dernière dans les échantillons 5 et 6, immédiatement sous-jacents à l'emplacement du pavage néolithique et dans l'échantillon 11 prélevé à la partie supérieure de la butte. Le caractère homogène de la sédimentation invite à faire des microflore analysées un commentaire global :

1) Un groupe de pollens d'espèces d'origine tropicale témoigne de la représentation des deux seuls genres *Acacia* et *Combretum*. Malgré le mauvais état de conservation des pollens d'acacia, *Acacia raddiana* a été reconnu en 5 et 11, accompagné en 5 d'*Acacia* sp. (pollen très altéré, exine apparemment très mince, peut-être *Acacia raddiana* également ?), et d'une espèce du

Éléments d'origine tropicale :

Acacia raddiana
Acacia (groupe des "gommières")
Combretum cf. micranthum (?)

Éléments d'origine mésogéenne :

- à caractère indéterminable :

Pinus (très altérés)

- à caractère tempéré :

Ulmus

- à caractère méditerranéen s.s. :

Juniperus oxycedrus (Cupressacées)
Olea cf. europea

- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :

Rhus tripartitum (Anacardiaceae)
Ephedra cf. alata
 Chénopodiacées type "*Atriplex*"
 autres Chénopodiacées (*Cornulaca p.p.*)
 Composées tubuliflores
 Composées liguliflores
Artemisia (Composée)
 Graminées
Paronychia arabica (Caryophyllacées)
Sclerocephalus arabicus (Caryophyllacées)
Calligonum (Polygonacées)
Rumex (Polygonacées)
Helianthemum (Cistacées)
Asphodelus sp. (Liliacées)
 cf. Liliacées
 Ombellifères (2 espèces)
Plantago
 Crucifères

Espèces à caractère hygrophile :

spore de Ptéridophyte

Indéterminés

Indéterminables

Nombre de pollens comptés

% des éléments d'origine tropicale
 % des éléments à caractère tempéré
 % des éléments à caractère méditerranéen s.s.

4	5	6	7	8	9	10	11
	1 1 1						1
	2			1		1	2
1	1	1		2		3	2
	1	2					1
							1
2	18	11	2		1		10
1	6	1			1	3	29
3	8	1	1				27
	38	29			1	1	
	7	1					
	1						
15	82	29	9		9	4	45
1	22						1
		2					1
		1					1
1							7
	3	6					
	5						
	2	11					
1	2						6
	1						
		1					3
							(2 esp.)
5	16	10		+++	2	10	9
31	218	106	12	+++	14	22	145
-	1,3%	-	-	-	-	-	+
-	+	+	-	-	-	-	1,3%
-	+	1,8%	-	-	-	-	+

Tableau XXIII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations guirienues de la "Butte Catherine" (Kheneg et Tlaia, Monts d'Ougarta)

genre *Combretum* déterminée comme *Combretum cf. micranthum* (?) (pollen également altéré dont $P = 18 \mu$).

2) Quelques pollens ou fragments de pollens de *Pinus* ont été notés dans les analyses, très usés et spécifiquement indéterminables.

3) Le genre *Ulmus* est représenté de façon quasi-permanente par un très petit nombre de pollens dont l'état d'altération prononcé a été remarqué.

4) Le groupe des éléments à caractère méditerranéen *s.s.* n'est, lui aussi, représenté que par de rares pollens dans les seuls niveaux dont la microflore est quantitativement valable : *Olea cf. europea* en 5 et 6 et *Juniperus oxycedrus* en 11.

5) Il est évident que dans les trois échantillons qui retiennent plus particulièrement l'intérêt, la dominance appartient à la fraction de la microflore représentant le groupe des éléments à caractère désertique-sub-méditerranéen-méditerranéen. Les pourcentages qui méritent d'être notés, fussent-ils très faibles, sont les suivants :

	5	6	11
<i>Ephedra cf. alata</i>	8,2%	10%	0%
<i>Cornulaca monacantha</i> (Chénopodiacées)	+	≈ 0%	0%
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	+	≈ 0%	≈ 9%
<i>Artemisia</i>	≈ 0%	0%	0%
Composées tubuliflores	17,3%	27%	20%
Composées liguliflores	+	+	20%
Graminées	37%	27%	31%
Ombellifères	+	10%	≈ 0%
<i>Paronychia arabica</i>	10%	0%	≈ 0%
Indéterminables	8%	10%	≈ 9%

Ces valeurs, une fois précisées, font apparaître :

- l'importance que revêt la strate graminéenne (27 à 31% de la microflore), traduisant une pseudo-steppe sèche (?) ou aussi bien la colonisation

du milieu par des espèces hygrophiles, liées à des écoulements locaux ou à une nappe lacustre ou marécageuse (?).

- l'importance assez notable du développement des Composées tubuliflores (17 à 27%) auxquelles se joignent, en 11, des Composées liguliflores, rarement aussi abondamment représentées (20%). Quant à cette famille (dont on isole le genre *Artemisia* pour les raisons évoquées au chapitre IX), le problème de la signification et de l'interprétation d'un développement aussi conséquent n'est pas moins complexe que celui posé par les Graminées. La majorité des Composées liguliflores et tubuliflores appartenant à la flore saharienne actuelle sont des thérophytes (cf.: types biologiques, chapitre III), c'est-à-dire qu'elles ont un cycle de développement extrêmement court, essentiellement lié à l'apparition des précipitations. Dans l'impossibilité où l'on est de préciser quelque détermination que ce soit en présence des pollens fossiles, on peut seulement insister sur le fait qu'il s'agit toujours, quant aux Composées liguliflores du moins, des mêmes pollens habituellement rencontrés et dont les dimensions faibles limitent considérablement le nombre des espèces susceptibles d'être représentées. Cependant on ne peut se prononcer en faveur d'espèces strictement désertiques et xérophi-les telle *Ifloga spicata*, ou cosmopolites telle *Gnaphalium luteo-album*, inféodée aux milieux humides, ou même psammophiles telle *Cotula cinerea*. Le problème de la détermination de ces petits pollens de Composées a été évoqué au chapitre IX; il reste entier dans le cas précis de ces analyses qui sont riches de ces derniers, dont une connaissance des genres qu'ils représentent serait un élément précieux pour la compréhension des conditions écologiques au moins locales.

- la non représentation du genre *Artemisia*.

- la présence de *Paronychia arabica* exclusivement en 5 (10%)

- le caractère évaporitique pratiquement nul du milieu en général, si ce n'est en 11 (10% de Chénopodiacees halophiles).

- le développement très moyennement marqué d'espèces strictement psammophiles, si l'on s'en tient à la représentation d'*Ephedra cf. alata*

($\approx$ 8% et 10% en 5 et 6, pourcentage nul en 11), sans cependant savoir si la famille des Graminées ne regroupe pas quelques espèces inféodées aux milieux sableux (de même que les Composées).

- 10% de pollens d'Ombellifères, en 6, correspondent sûrement à des espèces à caractère méditerranéen ou subméditerranéen.

II - LE CONTEXTE CLIMATIQUE QUE SUGGERENT CES OBSERVATIONS.

Il est certain que la dominance des Graminées et des Composées tubuliflores notamment, à travers la présence desquelles on ne peut saisir de renseignements écologiques déterminés, ne facilite pas la compréhension des conditions climatiques qui ont présidé à la sédimentation des formations sableuses, par ailleurs contemporaines de l'occupation de cette région par des populations néolithiques. On ne peut s'appuyer sur la représentation du groupe des espèces méditerranéennes *s.s.*, insuffisamment "cohérent" pour évoquer, avec un minimum de certitude, un contexte climatique semi-aride. Par ailleurs, parmi les deux espèces de ce groupe représentées, on sait qu'*Olea cf. europea* peut très bien s'adapter à un environnement précaire. La disparition dans cette région, actuellement, d'espèces du genre *Combretum* est certainement liée à une aridité trop accentuée, mais plusieurs fois déjà nous avons eu l'occasion de situer les espèces les plus sèches et les plus septentrionales de ce genre (*C. micranthum* notamment) au voisinage des isohyètes 100-200 mm, donc sous des conditions sub-arides. Dans un tel contexte, *Acacia raddiana* trouve sa place. Que penser alors de la permanence d'*Ulmus* et de la présence de ces quelques pollens de *Pinus* indéterminables ? De fait, *Ulmus* a été fréquemment rencontré dans les analyses de sédiments plus anciens et souvent considéré comme ne devant pas forcément être exclu de milieux localement humides. Sans aller jusqu'à admettre que les pollens d'*Ulmus* puissent être contemporains de la plus grande partie de la microflore, on peut penser qu'ils sont relictuels du maximum pluvial guirien.

La pensée formulée par J. CHAVAILLON (1964, p. 259), à savoir l'indubitable occupation par les hommes néolithiques, de cette région des Monts d'Ougarta où ils trouvaient un milieu de vie favorable en bordure d'un lac, sans doute au cours d'une période de semi-aridité, ne semblerait se concevoir, à la lumière des données palynologiques et de la signification, en terme de pluviosité, des différentes notions de semi-aridité, sub-aridité, aridité, qu'à condition d'envisager un contexte climatique plutôt sub-aride. Des précipitations certes bien supérieures à celles actuelles, mais de l'ordre de 200-300 mm de pluies annuelles pourraient alors être proposées, effectivement incompatibles avec les exigences de certaines espèces méditerranéennes s.s. telles *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* par exemple, compatibles par contre avec l'espèce supposée du genre *Combretum* et sans doute avec *Olea cf. europea*. J. CHAVAILLON précise (*loc. cit.*, p. 261) que ce lac néolithique devait ne recouvrir qu'une faible superficie, prenant un aspect marécageux et s'asséchant fréquemment par suite de l'évaporation intense et de l'accumulation de sables apportés par le vent.

Ce qui est caractéristique, c'est l'absence, dans l'ensemble des microflores, de pollens de plantes aquatiques certaines (hormis une spore de Pteridophyte, dans un niveau inférieur du Guirien). D'autre part le caractère évaporitique du milieu, nul ou quasiment nul en 5 et 6, n'apparaît de façon non négligeable qu'en 11.

Il semble, après examen des microflores ici envisagées que l'on doive conclure à l'existence, effectivement, d'une nappe d'eau au niveau peut-être fluctuant au gré des précipitations dans un contexte tout au plus sub-aride. L'absence, dans les flores polliniques et en plus grande abondance, de pollens d'essences plus strictement méditerranéennes et arborescentes semble exclure l'éventualité de conditions plus favorables, à moins qu'une phase de désertification, imputable au maximum de l'aride saourien, ait contribué à l'élimination définitive, des vallées des Monts d'Ougarta, des espèces xérophi les arborescentes actuellement reléguées dans l'Atlas. Ceci se serait produit de façon irréversible et alors cette partie septentrionale du Sahara aurait peut-être connu, au cours du Guirien, des conditions semi-

arides, sans que leur soit attachée cette partie de la flore à caractère méditerranéen que nous avons jusqu'à cette époque liée à ce dernier type de contexte climatique. Il subsiste évidemment le problème que posent les pollens indéterminables, relativement abondants et dont on ne sait l'appartenance générique. La physionomie du paysage végétal qui semble se dégager de cette étude est, c'est évident, différente de celle du paysage actuel en cette région. Peut-être le Kheneg et Tlaïa sous des conditions sub-arides, voire semi-arides si l'on devait envisager qu'il en fut ainsi, était-il peuplé d'une flore comparable à celle qui s'y développe actuellement au moment des pluies mais de façon alors quasi-permanente. Cette flore était peut-être enrichie de quelques espèces méditerranéennes, ce que suggèrent les pollens d'Ombellifères non sahariennes, toujours présentes.

C - FORMATIONS D'AGE GUIRIEN, A. ZMEÏLET BARKA : SITE PREHISTORIQUE NEOLITHIQUE

La "butte" de Zmeïlet Barka repose sur le Quaternaire ancien qui constitue le soubassement de l'Erg Djemel. Quelques entailles d'érosion, dans ce socle de l'erg, y manifestent la présence de l'Aïdien, probablement surmonté du Mazzérien, selon les observations, non publiées, faites par Melle ALIMEN sur la lisière sud-ouest de l'Erg Djemel et celles de J. CHAVAILLON (1964), notamment à son revers nord-est, sur les rives de l'oued Teferguénite. Le Quaternaire moyen n'est constitué, aux environs de Zmeïlet Barka, que par quelques placages localisés d'un reg alluvial peu épais. Il n'a été observé vers la pointe sud de l'erg Djemel, ni sables ougartiens, ni sables saouriens. La "butte", qui se dresse non loin de cette pointe sud de l'erg ne se raccorde donc topographiquement à aucun ensemble quaternaire. Haute de 4 m, elle présente une surface tabulaire, de forme elliptique, atteignant une soixantaine de mètres dans son plus grand axe. Un sondage de 1,95 m de profondeur a été effectué par M.J. MATEU à partir de son sommet, montrant, à la partie supérieure, la couche archéologique (épaisse de 0,70 m environ) de couleur presque noire, reposant sur des sables de couleur orangé. Cette description est faite d'après un texte rédigé par Melle ALIMEN en vue d'une publication commune (H. ALIMEN, Fr. BEUCHER, J. MATEU). C'est la raison pour laquelle il ne nous appartient pas de faire état ici-même des documents paléontologiques et préhistoriques recueillis par M.J. MATEU. On se limitera, afin de situer plus précisément dans le temps l'occupation du site de Zmeïlet Barka, à rappeler les datations le plus récemment effectuées à Saclay (avec la collaboration de Mme DELIBRIAS). Deux âges radiométriques ont été déterminés qui, pratiquement, se confirment l'un l'autre : à partir de coquilles d'oeuf d'autruche d'une part (7.200 ans $\pm$ 180 B.P.) et de charbons d'autre part (7.700 ans $\pm$ 180 B.P.), soit 5.250 et 5.750 ans $\pm$ 180 B.C. . Une série de six prélèvements a été faite dans l'ensemble de cette formation sableuse : seuls les échantillons correspondant aux prélèvements supérieurs 3, 2, 1, ont été favorables à l'analyse pollinique livrant respectivement : 42, 118 et 115 pollens (Tab. XXIV).

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

De ces trois analyses relatives à un sédiment homogène se dégage une image d'ensemble de la flore pollinique contenue dans la couche archéologique, image imparfaite sans doute en raison de l'altération prononcée de nombreux pollens, mais permettant quelques observations qui s'inscrivent dans le cadre des données apportées par l'étude sédimentologique. Ces observations se résument ainsi :

1) la microflore déterminée ne compte aucun élément d'origine tropicale.

2) deux espèces du genre *Pinus* doivent être considérées comme indéterminables étant donné le mauvais état de conservation de leurs pollens.

3) un ensemble de pollens représentant des espèces à caractère tempéré regroupe jusqu'à 6, 5 et 9% de la microflore. Cette association est généralement bien diversifiée, comptant plusieurs formes bétuloïdes (*Betula* ? *Ostrya* ?), *Aesculus* (non *hippocastanum*), *Platanus*, *Fraxinus excelsior*, des Ulmacées (*Ulmus* ? *Zelkova* ?), *Alnus* et des Juglandacées parmi lesquelles *Carya*, figurant à côté de *Juglans*, n'est pas l'essence la moins surprenante. Malgré le mauvais état de fossilisation du pollen de cette dernière espèce, la forme, la taille (36 μ), l'épaisseur de l'exine ont permis de le rattacher au groupe *Carya aquatica-Carya pecan* (Pl. XXI, fig. 22-23).

4) un groupe spécifiquement peu important réunit des pollens de *Pinus* (que l'on pense pouvoir attribuer à *Pinus pinaster*), *Myrtus communis*, l'une et l'autre espèces strictement méditerranéennes. Par contre les quelques pollens de *Quercus* ici placés, ont un caractère finalement indéterminé : peut-être eut-il été plus opportun de les classer parmi les pollens d'espèces à caractère tempéré.

5) le groupe des espèces à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen est de façon très évidente dominé par le pourcentage des pollens de *Cornulaca monacantha* (45% en 2, 50% en 1). Viennent ensuite les pourcentages des pollens de Graminées (10% et 5,5%). Tous les autres genres ou même

les familles habituellement représentés le sont ici extrêmement pauvrement, ainsi en est-il d'*Ephedra cf. alata*, des Chénopodiacees halophiles, des Composées en général, du genre *Paronychia*. Au nombre des pollens de Graminées doit être noté un grand pollen de 65 μ (Pl. XXI, fig. 21), dont on ne peut dire, faute d'un examen de la structure de l'exine en contraste de phase, s'il s'agit d'une espèce spontanée, telle *Pennisetum dichotomum* actuellement strictement saharienne, ou bien d'une forme cultivée à cette époque.

6) des conditions humides locales, un point d'eau probablement lié à la présence d'une nappe actuellement peu profonde et qu'atteint un puits encore fonctionnel, ont favorisé la croissance de quelques plantes inféodées à ce type de milieu : Cypéracées, Typhacées (*Typha angustifolia*), Ptéridophytes.

II - ESSAI DE COMPREHENSION DE LA COMPOSITION DES MICROFLORES ANALYSEES.

Il est tout à fait évident que la composition des microflores ici déterminées est aberrante. Deux groupes d'éléments s'opposent radicalement quant à leurs exigences écologiques :

- le groupe des éléments à caractère tempéré supposant des conditions d'humidité accentuées. De ces derniers d'ailleurs se rapproche très vraisemblablement *Pinus cf. pinaster* (cf. chapitre IV), les espèces indéterminées du genre *Pinus*, peut-être même celles, également indéterminées du genre *Quercus*. Dans le contexte général de ces flores polliniques, le pollen de *Myrtus communis*, seul représentant d'un élément strictement méditerranéen, revêt probablement le même caractère allochtone que l'association précédente.

- le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, au sein duquel la dominance appartient à *Cornulaca monacantha* dont l'importance de son extension actuelle en région désertique, en fait l'une des plantes indicatrices des limites méridionales du Sahara.

L'étude sédimentologique faite par Melle ALIMEN intervient comme un élément essentiel de compréhension du problème que pose cette incompatibilité

	3	2	1
<u>Eléments d'origine mésogéenne :</u>			
- à caractère indéterminé :			
<i>Pinus</i> (2 espèces indéterminables)		3	4
- à caractère tempéré :			
formes bétuloïdes			7
<i>Carya</i> (Juglandacées)			1
<i>Juglans</i> (Juglandacées)		1	
<i>Aesculus</i> (non <i>hippocastanum</i>)		3	
<i>Platanus</i>		1	
<i>Fraxinus excoelsior</i>	1	1	
<i>Ulmus</i> ? <i>Zeikova</i> ? (Ulmacées)		1	
<i>Alnus</i>	1	2	2
- à caractère méditerranéen s.e. :			
<i>Pinus cf. pinaster</i>			1
<i>Quercus</i> (non " <i>ilex</i> ")	1	3	4
<i>Myrtus communis</i>		1	
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :			
<i>Ephedra cf. alata</i>		2	1
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	6	3	4
<i>Cornulaca monacantha</i> (Chénopodiacées)	11	52	58
Composées tubuliflores	1	1	1
Composées liguliflores		1	
<i>Artemisia</i> (Composées)	8	4	6
Graminées	4	12	5
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)		1	3
<i>Sclerocephalus arabicus</i> (Caryophyllacées)		1	
<i>Helianthemum</i> (Cistacées)		2	
<i>Calligonum</i> (Polygonacées)		1	
<i>Rumex</i> (Polygonacées)		1	
Ombellifères		1	
Crucifères		1	1
<i>Plantago</i>	1	1	
Urticacées		1	
Malvacées		1	
Liliacées : <i>cf. Asphodelus</i>		2	
<i>cf. Papilionacées</i>		1	
<u>Essences à caractère hygrophile :</u>			
Cypéracées			
<i>Typha angustifolia</i>	2	2	4
spores de Ptéridophytes			2
Indéterminés	4	6	4
Indéterminables	2	7	7
<u>Nombre de pollens comptés</u>	42	119	115
% des éléments à caractère tempéré		α 6,5%	α 9%
% des éléments à caractère méditerranéen s.e.		+	+

Tableau XXIV. Composition de la florepollinique déterminée dans les formations d'âge guirien du site néolithique de Zmeilet Barka, fouillé par J. MATEU.

flagrante entre deux groupes de pollens ainsi juxtaposés. L'analyse minéralogique (1) comparée des sables de la couche archéologique et de l'Erg Djemel, a prouvé leur commune origine et montre que celle-ci devait être recherchée dans les formations sableuses d'âge quaternaire ancien constituant le soubassement de l'Erg. Aussi faut-il sûrement accorder la même origine à la fraction des microflore traduisant une association à caractère tempéré et voir, en l'apparition de cette dernière à la faveur de l'étude palynologique, un argument confirmant l'édification de la butte de Zmeïlet Barka contenant l'habitat néolithique, à partir des sables originellement empruntés au Quaternaire ancien. Ceci d'ailleurs n'exclut pas la possibilité que ce remaniement se soit fait en plusieurs étapes, comme semble l'indiquer l'analyse granulométrique. Il suffit alors de se reporter aux analyses polliniques de sédiments d'âge quaternaire ancien effectués à proximité de Mazzer notamment, pour reconnaître à travers ce petit groupe de pollens étrangers à la microflore *in situ* à Zmeïlet Barka, des espèces considérées comme localisées dans l'Atlas au moment de la sédimentation villafranchienne et dont les pollens auraient été transportés par l'eau principalement, à cette époque des ruissellements diffus se dirigeant vers le Sud. Les plus surprenantes des espèces reconnues à Zmeïlet Barka, *Carya*, *Zelkova*, participaient à la microflore aïdienne déterminée à Mazzer. Par ailleurs, au cours de l'analyse d'un échantillon de boue actuelle de la Saoura, évidemment issu du remaniement de sédiments anciens, un pollen de *Carya* a été compté au nombre des individus représentant des espèces maintenant éteintes en Afrique du Nord, voire en Europe, dans le cas précis de ce dernier genre. Cette influence des flores septentrionales s'est manifestée, lors de l'étude du Quaternaire ancien, jusque dans la région de Mekitla dont on a admis qu'elle avait été le lieu de phénomènes de ruissellements originaires du Nord. Il semble peu probable que l'on puisse envisager que ces ruissellements aient atteint en remontant du Sud, la région de Zmeïlet Barka, située à une altitude supérieure à celle des formations étudiées à Mekitla (altitude du puits de Zmeïlet Barka : 458 m)

(1) L'étude des minéraux lourds a été faite par Nicole PAGE, collaboratrice technique au Laboratoire de Géologie du Quaternaire de Bellevue.

et d'ailleurs séparée de ces dernières par des lignes de relief au tracé complexe. Ne serait-il pas alors plus plausible d'évoquer une origine sud-occidentale de cette influence et des ruissellements dépendant de la région de la Daoura ? D'autre part il est tout à fait improbable que des écoulements aient atteint Zmeïlet Barka en provenance du Nord, puisque le piedmont nord-ouest des Monts d'Ougarta constituait, au Quaternaire ancien, une dépression lacustre liée au régime pluviométrique des Monts d'Ougarta et faisait obstacle aux influences septentrionales s'exerçant par l'intermédiaire de la surface hamadienne. L'indubitable origine atlasique d'une partie de la microflore issue des sables associés au reg d'âge quaternaire ancien dans la région de Zmeïlet Barka et de l'Erg Djemel est peut-être tout simplement imputable aux apports éoliens. On ne peut à ce propos que soulever des hypothèses. Ce qui importe, c'est de reconnaître le caractère de la flore que l'on peut considérer *in situ*. Or il est évident que cette flore pollinique contenue dans le sédiment qui a ennoyé l'habitat néolithique daté du cinquième millénaire avant l'ère chrétienne est marquée d'un caractère aride. La dominance des pollens de *Cornulaca monacantha* traduit bien l'existence de conditions déjà désertiques et la situation de la petite butte en bordure d'erg. On sait en effet que cette dernière espèce caractérise la pseudo-steppe qui, actuellement, constitue une zone très nettement individualisée à la lisière des ergs. Il faut penser sans doute que la précarité des conditions climatiques, fussent-elles déjà arides, n'était pas aussi accentuée que celle actuelle. Vraisemblablement la nappe d'eau qui n'est maintenant accessible qu'à la faveur d'un puits constituait, à l'époque d'occupation par les hommes néolithiques, un point d'eau permanent dont témoignent d'ailleurs le très petit nombre des pollens de plantes hygrophiles. Cet habitat devait être relativement circonscrit et lié étroitement à cet exurgence d'une nappe qui s'est ensuite progressivement approfondie consécutivement à une évolution vers l'aridité actuelle. Il est remarquable qu'*Ephedra cf. alata* soit si mal représenté, ainsi que les Chénopodiacées halophiles, en dépit du caractère désertique de la microflore. Ceci manifeste bien que ce petit groupement humain s'est véritablement installé sur

le reg, parce qu'un point d'eau très localisé lui offrait la possibilité de survivre dans un environnement déjà désertique, mais peut-être pour un certain laps de temps seulement. Quant à la durée de cette période sèche on ne peut rien présumer. On peut seulement reconnaître, semble-t-il, à travers la microflore déterminée à Zmeïlet Barka, un épisode désertique marquant, aux alentours de - 7.500 ans B.P. (5.550 B.C. ou même un peu moins), l'évolution du climat saharien en pleine période néolithique. Secondairement apparaît l'incidence que peuvent avoir les phénomènes de remaniement dans la composition de certaines flores polliniques; il était dans ce cas relativement aisé de faire la part des pollens allochtones et d'individualiser la microflore *in situ*. Ceci ne manque pas d'évoquer les remarques comparables rapportées par J. COHEN (1970) à propos de sédiments holocènes originaires du Tibesti et auxquelles il a été fait allusion au chapitre V de cette étude.

D - FORMATIONS D'AGE GUIRIEN A HASSI MANDA (BORDURE OCCIDENTALE DE L'ERG ER RAOUI)

En analysant les formations mazzériennes à proximité du puits d'Hassi Manda, nous avons déjà situé, dans le cadre géographique de l'ensemble de cette étude palynologique, la région de "Tabelbala-Hassi Manda" jusqu'à laquelle nous avons voulu étendre nos recherches. Ces dernières y ont été envisagées parallèlement aux données récemment acquises quant à la chronologie du Quaternaire, celle-ci étant fondée sur les données préhistoriques et stratigraphiques (B. CHAMPAULT, 1966 et H. ALIMEN, 1968). Rappelons que le puits dénommé "Hassi Manda", encore fonctionnel, est situé en bordure de l'Erg er Raoui, 40 km environ au Nord-Nord-Ouest de l'oasis de Tabelbala. A proximité du puits, les sédiments quaternaires les plus récents appartiennent au cycle guirien et se présentent sous l'aspect de buttes, relictuelles de formations anciennement plus étendues, érodées par les actions éoliennes sub-actuelles (Pl. X, Fig. 2). D'une blancheur frappante qui contraste avec la couleur fauve des sables de l'Erg, ces dépôts auraient à première vue une apparence de marnes calcaires d'ailleurs très riches en coquilles de Gastéropodes. Ainsi que ce fut le cas des formations calcaires à Limnées repérées dans la stratigraphie de la terrasse saourienne d'El Ouata, les pseudo-marnes du puits d'Hassi Manda ont suscité un certain intérêt et ont été étudiées du triple point de vue : sédimentologie, flore de Diatomées, flore pollinique. Les résultats ont été réunis en une publication commune déjà citée lors de l'étude du Saourien (H. ALIMEN, Fr. BEUCHER, L. CASTA, A. EHRLICH, 1971). Ils ont été étayés de données radiochronologiques fixant l'âge du dépôt à $- 6.310 \pm 70$ B.P., soit 4.360 ± 70 B.C. (datation précisée, comme celles d'El Ouata, par le Professeur NYDAL à Trondheim). Quant aux principales caractéristiques sédimentologiques du dépôt, on a relevé sa teneur très élevée en carbonates (61%), sa grande pauvreté en minéraux argileux (*Attapulгите*, *Montmorillonite*, *Kaolinite* et, à l'état de traces, *Illite*, et *Sépiolite* probable), sa richesse relative en silice sous forme de quartz détritique, mais aussi sous forme de tests de Diatomées (Pl. XXIII). Cette roche très blanche que l'on ne peut qualifier de marne

(en l'absence d'un pourcentage suffisant de minéraux argileux), que l'on ne peut non plus reconnaître comme un vrai calcaire, ni comme une diatomite (les Diatomées n'y prennent pas une place prépondérante), doit être considérée comme assez proche des formations désignées par les populations autochtones sous le terme "tachenghit", originaire d'Hassi Tachenghit, peu éloigné d'Hassi Manda, dans l'Erg er Raoui. Il s'agit d'un dépôt lacustre d'origine à la fois détritique, chimique et organique, à caractère évaporitique attesté par la présence de sels et le développement, parmi les Diatomées, de formes inféodées à des milieux saumâtres. La butte dont est issu l'échantillon étudié du point de vue palynologique est haute de 2,10 m environ et le prélèvement a été effectué à mi-hauteur.

I - COMPOSITION DE LA FLORE POLLINIQUE.

La microflore déterminée dans un échantillon de 250 g groupe plus de 280 pollens représentant les familles, genres ou espèces qui figurent sur le tableau XXV. L'examen de ce tableau fait apparaître la simplification frappante de la composition de la microflore. Le nombre des groupes d'éléments associés se réduit à l'extrême et, s'il semble raisonnable de voir en la présence de rarissimes pollens de Conifères, des individus étrangers à la flore pollinique *in situ*, il ne subsiste plus alors que le groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen (Pl. XXI, fig. 7 à 20). Celui-ci peut être caractérisé de la façon suivante :

1) une certaine surabondance des pollens de *Paronychia arabica* oblige, dans l'expression numérique des résultats de l'analyse, à les situer en marge de l'ensemble des autres éléments. Le nombre de ces derniers n'a été fixé qu'approximativement en raison des quelques groupes de pollens considérés ici comme des unités. La représentation en surnombre, semble-t-il, des pollens de cette espèce peut tout à fait correspondre à un développement particulièrement important de celle-ci au moment de la sédimentation, mais on ne peut négliger d'évoquer un phénomène de fossilisation aberrant (encore qu'il ne soit pas apparu de fragments d'anthères dans cette analyse). On ne

peut surtout oublier que l'étude d'un niveau sableux au sein de la série mazzérienne proche du puits, a conduit à compter par milliers les pollens de *Paronychia* (cf. chapitre XII, tableau XVI). Il ne doit pas alors être exclu qu'une fraction du moins de la microflore de Paronychiées déterminée dans le sédiment guirien puisse avoir pour origine, un remaniement des dépôts mazzériens. Il a été noté précédemment que du point de vue minéralogique, le sédiment guirien au pourcentage dominant de carbonates, comptait une fraction sableuse non négligeable. Il est vraisemblable que cette dernière est héritée de sédiments anciens à la suite de phénomènes d'érosion post-mazzériens et on peut leur attribuer une part éventuelle de contamination de la flore pollinique guirienne.

2) si l'on se base sur le nombre des autres pollens constituant la microflore (180), on remarque plus particulièrement :

- que les seuls pourcentages notables reviennent à *Ephedra cf. alata* (9,5%), *Cornulaca monacantha* (15%) et *Artemisia* (s.l. : 36%), espèces dont on peut, avec un maximum de sécurité, affirmer que leurs pollens ne sont pas issus des formations mazzériennes, où ils se trouvent en petit nombre.

- que par contre, les autres Composées, les Graminées sont faiblement représentées et qu'en dépit de la présence de sels et de formes saumâtres parmi les Diatomées, la microflore halophile est extrêmement pauvre.

- qu'à l'exception de *Tamarix* enfin, aucune espèce à caractère hygrophile n'a de représentant dans la microflore.

II - INTERPRETATION ET CONCLUSION.

Ces quelques remarques doivent être situées dans le contexte géologique que permettent d'imaginer les observations faites sur le terrain. Melle ALIMEN (communication orale, 1970) nous a dit avoir repéré un ensemble de petites buttes alignées correspondant au même dépôt que celle étudiée, et permettant de reconstituer virtuellement le cours d'un petit oued, originaire de l'actuel emplacement du puits et allant se perdre entre les premières

Éléments d'origine mésogéenne :

- <u>à caractère indéterminable :</u>	
fragment de pollen de Conifère	1
- <u>à caractère méditerranéen s.s. :</u>	
<i>Pinus cf. halepensis</i> (?)	1
- <u>à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen :</u>	
<i>Ephedra cf. alata</i>	17
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	4
<i>Cornulaca monacantha</i> (Chénopodiacées)	27
autres Chénopodiacées (cf. <i>Salsola</i> ? 40 pores)	7
Composées tubuliflores	6
Composées liguliflores	9
<i>Artemisia</i> (plusieurs espèces)	39
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)	26
Graminées	4
<i>Calligonum</i> (Polygonacées)	1
<i>Sclerocephalus arabicus</i> (Caryophyllacées)	7
Crucifères	5
Ombellifères (plusieurs espèces)	4
<i>Asphodelus</i> sp. (Liliacées)	1
<i>Reseda cf. arabica</i> (Résédacées)	1
<i>Tamarix</i> et cf. <i>tamarix</i>	2
Indéterminés	4
Indéterminables	14
<u>Nombre de pollens comptés</u>	180
♦	
<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacées)	
(pollens isolés ou groupés)	>102
<u>Nombre total de pollens comptés</u>	
(valeur approximative)	>282

Tableau XXV. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge guirien du puits d'Hassi Manda (bordure occidentale de l'Erg er Raoui).

dunes de l'Erg er Raoui. Cette observation autorise à penser qu'à l'époque guirienne la nappe d'eau qui alimente encore le puits, se trouvait à un niveau suffisamment élevé pour affleurer et constituer probablement une sorte de source ou de petite étendue lacustre assez circonscrite d'où, suivant la topographie du reg servant de substratum, devaient s'échapper en direction de l'erg, peut-être en plusieurs directions, des écoulements prenant l'aspect de petits oueds. Les formations relictuelles, qui apparaissent sur le terrain comme un chapelet de buttes suivant la direction d'un écoulement, signifient que, de place en place, les eaux étaient suffisamment calmes, sans doute plus ou moins stagnantes, pour que se produise ce type de sédimentation d'origine à la fois chimique et organique. Ces nappes lacustres, alimentées par des eaux souterraines, étaient alors dispersées sur un reg colonisé par une strate herbacée dont la composition évoque un contexte climatique sûrement moins précaire que l'actuel, mais cependant déjà aride-sub-aride. Si le pourcentage non négligeable d'*Ephedra* cf. *alata*, de *Cornulaca*, traduit naturellement la proximité de l'Erg, l'extension vers le Sud, bien au-delà de la limite actuelle de son aire de répartition, du genre *Artemisia*, la représentation d'Ombellifères non sahariennes, d'espèces saharo-méditerranéennes telles *Sclerocephalus arabicus*, *Reseda* cf. *arabica* et la préférence de *Paronychia* pour les regs humides, nuancent quelque peu la tonalité générale d'une flore déjà saharienne; celle-ci dénote une sécheresse moindre que celle actuelle, peut-être à la limite de la sub-aridité et de l'aridité. L'absence d'espèces hygrophiles cosmopolites telle *Typha*, résulte peut-être d'un salant trop élevé.

Il semblerait, en conclusion de cette analyse, que l'existence de nappes d'eau, dont on sait qu'elles constituaient un milieu relativement saumâtre, soit le fait certain de l'affleurement d'eaux souterraines (dont le niveau s'est approfondi à une époque sub-actuelle), bien plus que de précipitations locales dont la microflore témoigne la relative pauvreté.

E - LE SITE NEOLITHIQUE D'HASSI MANDA (BORDURE OCCIDENTALE DE L'ERG ER RAQUI)

La découverte du site néolithique d'Hassi Manda est due à M.J. MATEU qui, en 1964, présenta à la Société Préhistorique de France, les tout premiers résultats d'une rapide prospection de ce dernier site, prospection qu'il reprit plus systématiquement quelque temps après et dont une plus récente publication au Bulletin de l'IFAN (1968, sér. B, n° 2) apporte d'intéressants résultats.

Les données de l'étude palynologique, effectuée à partir de prélèvements issus de la couche archéologique restent modestes. Elles ne peuvent trouver place ici, hors du contexte géographique, stratigraphique et préhistorique (industries lithiques ou en os, poteries, présence d'une faune abondante, datation de charbons par le radio-carbone), dont nous rappellerons les principaux éléments puisés dans les publications des auteurs précédemment cités (H. ALIMEN, *loc. cit.* et J. MATEU, *loc. cit.*).

Le gisement néolithique recouvre le sommet d'un replat d'érosion, situé 2 km au Sud-Ouest du puits d'"Hassi Manda" d'où lui vient son nom.

La couche archéologique atteint 2 m dans sa hauteur et 80 m de large à sa base. Elle repose sur une croûte dure qui scelle en ce point un palier supérieur déterminé par l'érosion vraisemblablement ougartienne, au sein des formations mazzériennes très largement développées aux environs d'Hassi Manda, comme cela est apparu lors de l'étude du Quaternaire ancien (*cf.* chapitre XII).

Ainsi que nous l'avons observé après M.J. MATEU lorsque nous avons effectué nos prélèvements, assez peu de temps après la fouille, la couche archéologique s'est montrée très homogène. Sur toute la surface du site, des pierres brûlées abondantes se trouvaient mêlées avant la fouille, à une industrie microlithique de surface. Un sable noir mêlé de sable ocre sub-actuel occupait les quelques 10 cm au-dessous de cette surface, puis sur toute l'épaisseur de la couche, on n'observait plus qu'un sable noir contenant des cendres, des fragments de charbons et parfois des pierres brûlées.

Dans sa dernière publication, M.J. MATEU (1968) situe, dans une synthèse des datations par le radio carbone maintenant connues pour le Sahara algérien et les pays limitrophes, l'âge révélé par l'étude des charbons d'Hassi Manda, qui dateraient de 4.380 ± 300 B.C., et mettraient en évidence la contemporanéité de cet habitat avec les formations calcaires du puits, précédemment analysées. A cette donnée précise qui confère une certaine ancienneté au gisement, parmi l'ensemble des sites néolithiques dont on connaît l'âge, s'ajoute la connaissance des industries et de la faune contemporaine livrées par la fouille. Nous retiendrons pour l'exprimer les termes mêmes de l'auteur, dont la brièveté laisse prévoir qu'une étude plus détaillée sera publiée ultérieurement. Ainsi nous savons que "la faune est relativement abondante et présente en plus de certaines espèces actuelles du désert (Varan, *Uromastix*, Gazelle, Porc-épic, Hérisson, Fennec, etc.), d'autres disparues récemment du Sahara septentrional (*Addax*, *Oryx*), ou encore une faune plus ancienne d'origine soudanienne (*Rhinocéros*, Buffle, *Bos* ?). L'industrie lithique est riche en microlithes géométriques, lamelles à dos, tarières, micro-burins, coches; les flèches sont plus rares. La parure est abondante, avec la poterie, l'industrie en os, le matériel de broyage, etc." (1968, pp. 440-441).

C'est dans ce contexte que trouve sa place l'étude palynologique qui va suivre.

COMPOSITION ET SIGNIFICATION DE LA FLORE POLLINIQUE.

Nous avons atteint la couche archéologique sur une épaisseur de 90 cm, dans laquelle ont été effectués 4 prélèvements. Les échantillons 1 et 2, correspondant aux profondeurs - 20 et - 40 cm, se sont montrés stériles. Ce n'est qu'à - 75 cm (échantillon 3) et surtout - 90 cm (échantillon 4) qu'ont été obtenues des quantités de pollens non négligeables (Tab. XXVI). La répartition de la flore pollinique entre les divers groupes d'éléments apparaît ainsi :

- au niveau - 90 cm : quelques pollens d'espèces à caractère méditerranéen s.s. sont présents (*Pinus cf. halepensis*, *Quercus sp.*, *Olea*, *Phillyrea*).

- le genre *Cassia* (Césalpiniacée), présent sous deux espèces au moins (ni *C. aschrek*, ni *C. Italica*), est le seul élément d'origine tropicale apparaissant dans cette microflore.

- au niveau - 70 cm : seule peut être signalée la présence d'un pollen de *Pinus* très altéré, les autres composantes de la flore pollinique correspondant à des espèces à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen.

Pour l'ensemble des deux niveaux, la microflore pose un double problème :

- l'importance prise par la représentation de *Paronychia arabica* dont on ne peut dénombrer exactement les pollens car ils sont fréquemment groupés, on peut seulement dire que leur nombre est supérieur à 50 en 3 et supérieur à 60 en 4.

- l'importance prise également en 4 par les pollens de l'unique espèce représentant la famille des Rosacées au Sahara ou plus généralement dans les déserts chauds : *Neurada procumbens* (Randflora).

Ces deux éléments nous font craindre une sur-représentation de l'un et de l'autre qui, de toutes façons, doivent être tenus en dehors du comptage des autres pollens, ce qui diminue considérablement le nombre de ces derniers. Il reste alors en effet 36 pollens en 3 et 88 pollens en 4, se répartissant entre les genres autres que *Paronychia* et *Neurada*. La surabondance des pollens de *Paronychia* a été notée déjà dans les formations guirienues du puits.

Nous avons un moment pensé à une contamination sur le terrain lors des prélèvements, mais d'une part, la sécheresse était extrême à cette époque et nous gardons le souvenir d'un reg absolument dépourvu de végétation en état de polluer l'atmosphère, d'autre part l'atmosphère même était parfaitement calme. Il nous semble ainsi devoir exclure cette éven-

Profondeur des
prélèvements (en cm)

	- 90cm	-70cm
<u>Éléments d'origine tropicale</u>		
<i>Cassia</i> (Césalpiniacées) (2 espèces)	5	
<u>Éléments d'origine mésogénne</u>		
- à caractère indéterminé :		
<i>Pinus</i>		1
- à caractère méditerranéen s.s.		
<i>Pinus cf. halepensis</i>	1	
<i>Quercus</i> sp.	1	
<i>Phillyrea</i> (Oléacée)	1	
<i>Olea cf. europea</i>	3	
- à caractère désertique-subméditerranéen- méditerranéen		
<i>Ephedra cf. alata</i>	22	1
Chénopodiacées type " <i>Atriplex</i> "	3	2
<i>Cornulaca monacantha</i> (Chénopodiacée)	1	
Composées tubuliflores	5	2
Composées liguliflores	3	
<i>Artemisia</i> (pollens à mesocolpium concaves)	1	1
Graminées	14	14
<i>Helianthemum</i> (Cistacée)	5	
Ombellifères (2 espèces)	2	
<i>Asphodelus cf. refractus</i> (Liliacée)		4
<i>Plantago</i>	10	5
Papilionacées (2 espèces)	2	
Crucifères		1
Indéterminés	3	
Indéterminables	6	5
<u>Nombre de pollens comptés</u>	88	36
+		
pollens dont la présence met en question l'âge d'une partie de la microflore :	<i>Paronychia arabica</i> (Caryophyllacée) <i>Neurada procumbens</i> (Rosacée)	+ +
	>60	>50
	147	17
<u>Nombre total de pollens comptés</u> (Valeur approximative)	>295	>103

Tableau XXVI. Composition de la flore pollinique déterminée dans la couche archéologique du site néolithique fouillé par J. MATEU, à Hassi Manda (bordure occidentale de l'Erg er Raoui).

tualité du fait que les prélèvements effectués à - 20 et - 40 cm sont tout à fait stériles et que la surabondance en pollens des genres en question est limitée aux échantillons des deux niveaux ayant livré, par ailleurs, des pollens d'autres espèces.

Le doute peut également être écarté grâce à la constatation faite du mauvais état de conservation des pollens en général; or parmi les pollens de *Neurada*, trop caractéristiques pour échapper à la détermination au moins lors d'une observation en immersion, certains étaient bien conservés et d'autres étaient à peine reconnaissables.

Ainsi donc nous pensons possible de considérer les deux espèces en cause comme étant bien à leur place dans la flore pollinique contenue dans le sédiment de la couche archéologique. Mais alors nous ne pouvons pas manquer de faire un retour en arrière dans le temps, comme cela vient d'être fait dans l'analyse précédente, et y retrouver au Mazzérien (cf. chapitre XII, tableau XVI), deux épisodes dans la sédimentation de la butte étudiée, épisodes au cours desquels *Neurada* (en 1) a paru être l'élément dominant d'une phase sèche tandis que les pollens de *Paronychia arabica* ont été comptés par milliers (en 3), à côté d'une flore pollinique numériquement valable et spécifiquement bien représentée.

Il convient alors de considérer avec prudence la composition de la flore pollinique contemporaine, pourrait-on penser, de la présence de l'homme néolithique en cette région. On ne peut cette fois encore éliminer l'éventualité d'une contamination à la suite d'un remaniement de sédiments plus anciens (mazzériens) ayant fourni le matériel à partir duquel s'est édifiée la couche archéologique. Ceci ne met pas en question seulement la présence de *Paronychia* et de *Neurada* dans le sédiment récent, mais permet de penser que d'autres éléments de la microflore puissent être également concernés. Nous pensons alors plus particulièrement au groupe des pollens représentant des éléments à caractère méditerranéen s.s., voire aux pollens du genre *Cassia*. Un problème analogue s'est trouvé posé à propos du Néolithique de

Zmeïlet Barka, plus ancien d'un millénaire approximativement et à propos duquel nous avons été amenée à faire la distinction entre une fraction de pollens sûrement étrangère à la flore pollinique contemporaine de la période d'occupation par l'homme et celle dont il est possible de penser qu'elle est de même âge que la couche archéologique. Cette discrimination a été fondée sur une analyse sédimentologique et minéralogique du dépôt en question. Une étude similaire faite sur le sédiment de la couche archéologique à Hassi Manda viendrait peut-être confirmer ou infirmer nos présomptions, plus probablement les confirmer pensons-nous. Car en effet, si l'on compare les microflores issues de sédiments de même âge, les dépôts guiriens d'origine sédimentaire du puits d'Hassi Manda et les formations anthropogènes que représente la couche archéologique, on s'aperçoit que le groupe des éléments à caractère méditerranéen *s.s.* apparaissant au niveau le plus profond de la couche archéologique ne figure plus dans le sédiment du puits. Quant au groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, la dispersion des pollens entre les diverses espèces n'est plus tout à fait comparable dans le sédiment du puits et dans celui de l'habitat néolithique. *Neurada procumbens*, élément de la *Randflora*, essentiellement psammophile, n'est absolument pas apparu dans le dépôt lacustre, mais il est remarquable également qu'entre deux fractions de sédiment absolument comparables de la couche archéologique, existent également des différences, l'exemple le plus frappant est celui d'*Ephedra cf. alata* qui compte 22 pollens sur 88 que totalise la microflore au niveau - 90 cm, tandis qu'au niveau - 70 cm on pourrait penser cette espèce quasi-absente. Ceci n'est une fois de plus qu'une expression de la notion de "variation" au sein d'un sédiment homogène : on ne peut ici parler de "variations latérales", mais la remarque est du même ordre.

Tout ceci semble engager à penser qu'il ne faut retenir comme contemporaine de l'occupation par les hommes néolithiques d'Hassi Manda, que la flore pollinique traduisant un peuplement végétal dont la composition spécifique est proche de celle actuelle. Sous des conditions climatiques également sub-arides-arides, le tapis végétal était peut-être composé des mêmes espèces qu'actuellement, mais plus largement répandues et de façon davantage permanente,

grâce à un contexte climatique général moins défavorable que l'environnement présent. D'ailleurs, en proposant un paysage végétal composé d'espèces appartenant à peu près exclusivement au groupe des éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen on ne s'éloigne pas beaucoup des données de la faune précédemment rappelée selon les termes mêmes de J. MATEAU (*loc. cit.*), faune composée en partie des espèces actuelles du désert, de certaines récemment disparues du Sahara septentrional pour la seule raison de la présence humaine qui les a conduites à se retrancher vers le Sahara méridional (*Oryx*, *Addax*, cette dernière étant tout à fait capable de s'adapter aux conditions désertiques). Quant au *Rhinoceros*, probablement trouvait-il dans les zones basses d'Hassi Manda, à la faveur des formations lacustres nées d'une nappe alors superficielle, des conditions sans doute précaires, mais lui assurant un minimum d'humidité nécessaire à sa survie. Du même auteur nous tenons un document pour lequel nous n'avons pas de données palynologiques : un site préhistorique un peu plus récent que celui d'Hassi Manda, décelé au Fom Seïada, non loin de Béni-Abbès et daté de 2.980 ± 250 B.C., a livré une faune composée d'espèces actuelles en même temps qu'une industrie lithique, des objets en os, dans un milieu cendreux mêlé de pierres brûlées et de charbons de bois. La nature même de la faune, contemporaine d'un habitat humain quoique plus récent que ceux dont il a été question dans les précédentes analyses, semble constituer néanmoins un argument venant appuyer l'idée qui se dégage de ces études palynologiques, à savoir le maintien de petits groupes humains dispersés au gré de points d'eau subsistant encore dans un Sahara qui évoluait nettement vers des conditions de sécheresse peu éloignées, sans doute, de celles qu'on y connaît actuellement.

F - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS GUIRIENNES.

Si l'importance de l'érosion liée à la récurrence humide qui caractérise le début du cycle sédimentaire guirien est incontestable, la phase de remblaiement qui lui fait suite est relativement peu conséquente et l'extension des formations mises en place est géographiquement assez limitée. Il n'en reste pas moins vrai qu'il s'agit là d'une phase extrêmement importante dans l'histoire des migrations des groupes humains et de leur occupation de zones actuellement désertifiées, quasiment abiotiques pour certaines parce qu'hyper-arides, tel le Tanezrouft. Le Guirien est, en même temps que le dernier cycle sédimentaire caractérisé par une terrasse construite (fut-elle de faible épaisseur, en Saoura notamment, mais également dans les vallées des Monts d'Ougarta), une période d'épanouissement des civilisations néolithiques dont on rencontre des témoignages jusque dans les régions actuellement les plus déshéritées. Dans les pages qui précèdent, ont été envisagées des analyses polliniques de sédiments guiriens en stratigraphie (formations sableuses de la "Butte Catherine" et celles, à caractère lacustre, datées par C 14, du puits d'Hassi Manda), mais aussi deux sites néolithiques (Zmeïlet Barka et Hassi Manda) fouillés par M.J. MATEU et pour lesquels on possède des données radiochronologiques. Ces dernières permettent de situer les couches archéologiques en question ainsi que le sédiment lacustre, par rapport aux premières manifestations, au Sahara, des civilisations néolithiques : celles-ci sembleraient remonter, quant au Néolithique de tradition soudanaise du moins, à la fin du VIIème millénaire avant l'ère chrétienne (G. CAMPS, 1969, pp. 206-208 et 212).

Ainsi nous rappellerons que le Guirien de la "Butte Catherine", pour lequel on ne possède aucune datation, contient deux habitats néolithiques. Au point où ont été effectués les prélèvements en vue de l'étude palynologique, seul l'emplacement de l'habitat supérieur a été atteint. On ne sait à quelle époque au cours du Néolithique situer le pavage qui signifie bien que les hommes qui habitaient le Kheneg et Tlaïa devaient se défendre d'un milieu humide au bord de formations plus ou moins marécageuses. L'analyse

palynologique a permis de déceler une microflore dont un petit nombre de pollens ont paru devoir être considérés comme étrangers à la flore pollinique contemporaine de l'habitat : ces derniers, représentant des espèces à caractère méditerranéen s.s., ont semblé ne pas constituer un ensemble suffisamment "cohérent" pour donner la preuve de conditions semi-arides. Par contre, on conçoit bien un environnement déjà sub-aride, marqué d'une pluviosité de l'ordre de 200, voire 300 mm d'eau. Avec ces conditions est compatible le développement de formes relictuelles d'origine tropicale (*Acacia cf. raddiana*, *Combretum cf. micranthum*, cette dernière étant une espèce sahélienne sèche) et aussi sans doute de certaines espèces relictuelles à caractère méditerranéen s.s. (*Olea cf. europea*). Par ailleurs la physiologie du paysage végétal est marquée par la dominance, dans la microflore, de pollens traduisant une large extension de la strate graminéenne, accompagnée de Composées tubuliflores principalement. On peut envisager semble-t-il, que mises à part les quelques formes arborescentes que sont *Acacia*, *Combretum*, *Olea*, une strate herbacée plus abondante et moins sporadique que celle actuelle, probablement composée des mêmes espèces et peut-être enrichie de formes à caractère davantage subméditerranéen-méditerranéen, bénéficiait d'un contexte climatique plus favorable que dans le présent et, cependant, tout au plus sub-aride.

Quant aux trois autres formations étudiées, d'origine sédimentaire ou anthropogène, on rappellera les dates permettant de les situer dans l'échelle chronologique du Néolithique :

- la couche archéologique de Zmeïlet Barka : 5.250 ou 5.750 ± 180 ans B.C., suivant le matériel utilisé pour effectuer la datation.
- le sédiment calcaire à Gastéropodes et Diatomées du puits d'Hassi Manda : 4.360 ± 70 ans B.C.
- la couche archéologique du site d'Hassi Manda : 4.380 ± 300 ans B.C.

La part étant faite, dans la flore pollinique, des pollens que l'on doit considérer comme n'étant pas contemporains de la mise en place du dépôt

(pour des raisons explicitées au cours du précédent commentaire), il apparaît en chacune de ces formations dont deux, de même âge et de même localisation géographique (Hassi Manda), sont plus récentes d'un millénaire environ que le site de Zmeïlet Barka, que les conditions climatiques, traduites en termes de pluviosité, il y a six ou sept mille ans, ne semblaient devoir dépasser les limites de la sub-aridité, comme dans le Kheneg et Tlaïa. La végétation était alors réduite aux formes que l'on connaît actuellement, sans doute ici encore, enrichies de formes plus méditerranéennes qu'a par la suite exclues l'aridité présente (les Ombellifères par exemple). Cette association steppique composait un tapis végétal qui sûrement n'avait pas le caractère éphémère qu'il présente maintenant dans ces mêmes régions. Dans ce contexte floristique, peu différent spécifiquement de l'actuel, mais plus luxuriant, des groupements humains trouvaient la possibilité de vivre au voisinage de points d'eau, de nappes affleurant à la surface du reg, comme des sources ou de petites étendues lacustres. On peut penser que ces émergences résultaient d'un enrichissement des nappes souterraines lors du Pluvial guirien responsable, probablement, de la forte érosion des formations sédimentées au Saourien. Les dépôts que concernent notre étude représentent déjà la phase de sédimentation guirienne, c'est-à-dire une période de déclin qu'a précédée, au cours du VII-VI^{ème} millénaires, l'épanouissement des civilisations néolithiques (G. CAMPS, *loc. cit.*, p. 208) et peut-être une plus large dispersion des centres de développement de ces dernières. L'acheminement vers des conditions davantage sub-arides, voire déjà arides a dû conduire les populations néolithiques à se rassembler autour des points d'eau encore largement entretenus par les réserves souterraines. Par ailleurs, la strate herbacée qui permettait la survie de ces populations de pasteurs bénéficiait de précipitations notablement supérieures aux quelques 20 ou 50 mm de pluies et souvent moins que reçoit à présent la région étudiée.

Il s'avère que l'ensemble de ces données palynologiques, quoique relatives à un petit nombre de formations, viennent s'inscrire dans le schéma proposé par H. FAURE notamment (1966, 1967, 1969), quant à l'évolution climatique au Sahara à la fin du Pléistocène puis au cours de l'Holocène.

Excepté les dépôts guiriens, au sein desquels ont été trouvés le fond de cabane et l'habitat néolithique de la "Butte Catherine" et pour lesquels on ne dispose pas de précisions chronologiques, les trois autres formations se situent approximativement entre 5.500 et 4.300 B.C., c'est-à-dire dans la première moitié de la phase d'assèchement reconnue au cours de l'évolution des grands lacs sud-sahariens, de - 5.050 à - 3.550 B.C.,. Durant cette période, à des latitudes il est vrai quelque peu méridionales (13-24° Nord), par rapport à celle à laquelle se situe la région que nous avons étudiée, H. FAURE précise l'établissement progressif d'un climat aride (1) et le rôle qu'ont joué les nappes souterraines alimentant encore, en dépit des conditions déjà précaires, des formations lacustres qui de ce fait "ont subi avec retard les effets de cette modification climatique" (1966, p. 171). Pour cet auteur, "un décalage s'établit entre les modifications du climat et ses effets sur le paysage" (*loc. cit.*).

Au terme de ces réflexions, on rappellera seulement les divers sites néolithiques sahariens pour lesquels sont connues des microfiores qui ont été détaillées dans le chapitre V. A une exception près, tous sont plus récents que les formations qui ont fait l'objet de notre propre étude et se trouvent dans des zones d'altitude élevée : Amekni (6.100 et 3.550 B.C.), Meniet (3.450 $\pm$ 300 B.C.) et Taessa (2.730 $\pm$ 300 B.C.) au Sahara central, l'Adrar Bous (3.200 B.C.) au Sahara méridional, Tan Tartaït et I-n-Itinen enfin dans les Tassili n'Ajjer.

Les données microfloristiques recueillies au Sahara nord-occidental contribuent à la connaissance du climat qui a présidé à l'occupation, par l'Homme néolithique, d'une région jusqu'alors dotée d'industries, de faunes connues, mais non de paléoflores. Nous n'avons pu malheureusement n'en donner qu'un rapide aperçu.

(1) L'idée d'un contexte climatique relativement peu éloigné de l'actuel, à cette époque, vient d'être exprimée par G.E. WILLIAMS, à la suite d'une étude des formations quaternaires dans la région de Biskra (1970).

Ainsi qu'à la fin de l'étude palynologique relative à chaque cycle sédimentaire, rappelons qu'une vue globale des conclusions propres à l'ensemble des cycles saourien et guirien sera envisagée dans le chapitre des conclusions générales.

CONCLUSIONS GENERALES

Au moment de regrouper en quelques pages, les principales réflexions qui ont jalonné cette étude palynologique de formations néogènes et quaternaires au Sahara nord-occidental, nous avons bien conscience de n'avoir pas épuisé les possibilités de recherches dont nous disposions pour tenter d'apporter un éclairage d'ordre paléobotanique à l'histoire néogène, puis quaternaire, du territoire prospecté. De nombreux échantillons, pour certains traités et prêts pour l'analyse, auraient sûrement permis d'aller plus avant dans ces investigations. Un terme doit maintenant être accepté, compte tenu du temps qui nous était imparti pour présenter ce mémoire. C'est ainsi, dans l'état actuel de notre étude, que nous devons en rassembler les résultats, obtenus le plus souvent au prix de difficultés techniques notables, fréquemment suivies d'échecs, eu égard à la pauvreté de la flore pollinique conservée dans les sédiments sahariens, affectés, de longue date, de phénomènes d'oxydation considérables afférents au milieu désertique. Au-delà des difficultés, au-delà des échecs, il n'en subsiste pas moins un certain pourcentage de résultats positifs, qui, fut-il relativement faible, méritait que soient poursuivies ces recherches puisqu'elles ont permis de mettre en lumière un nombre suffisamment valable de jalons au cours de l'évolution des paléoflores en question. Certes, la composition même de ces dernières n'a pas manqué de poser problème, car s'il est assez facilement concevable que les études palynologiques effectuées principalement, jusqu'à présent, dans des zones sahariennes montagneuses (Sahara central et Sahara méridional ainsi que leur piedmont) aient mis à jour des microflores complexes dans leur composition, reflétant une zonation altitudinale de la végétation passée, il est moins aisé d'interpréter les associations floristiques lisibles à travers les flores polliniques décelées dans la région "Saoura-Monts d'Ougarta" considérée comme appartenant à un domaine planitiaire, étant donnés les écarts altitudinaux peu conséquents (de l'ordre de 500 m) entre les points les plus bas du cours de la Saoura (360 m à Kerzaz pour le secteur prospecté et les plus hauts sommets des djebels d'Ougarta. S'inscrivant au

coeur du bassin endoréïque de l'oued Saoura, lui-même sous la dépendance des Chaînes atlasiques, et débordant sur celui de la Daoura, le territoire qui a fait l'objet de ces recherches s'étend, rappelons-le, sur moins de 1° de latitude du Nord au Sud, de part et d'autre du 30° parallèle et recouvre près de 200 km d'Est en Ouest, à l'Ouest du Méridien International. Il se trouve aujourd'hui sous l'influence d'un climat caractérisé par :

- un régime des précipitations de rythme fondamentalement méditerranéen, auquel peuvent se superposer des précipitations secondaires d'automne, d'hiver ou de printemps, liées à des dépressions proprement sahariennes. Occasionnellement des pluies orageuses d'été traduisent une remontée vers l'Atlas de l'influence de la mousson soudanaise. La moyenne annuelle de pluviosité mesurée à Béni-Abbès est de 30-40 mm pour les régions plates, légèrement supérieure dans les Monts d'Ougarta.

- un régime thermique dont on peut donner comme estimation la valeur moyenne annuelle de 22°7 à Béni-Abbès. Des températures extrêmes ont été relevées (47° en juillet 1932 et - 6° en janvier 1938).

- un régime de courants aériens dont les principaux sont, l'hiver, les vents alizés et l'été, les "vents étésiens". Alizés et "vents étésiens" sont des agents de désertification dont "on pourrait se demander quelle serait la conséquence de leur affaiblissement" (J. DUBIEF). Les vents de sable déterminés par des phénomènes météorologiques complexes, n'épargnent pas cette région.

- un déficit de saturation très accentué qui est, comme en n'importe quel point du Sahara, un facteur important dont dépend l'extrême sécheresse de l'atmosphère et qui, secondairement, conditionne toute manifestation de vie végétale ou animale.

Dans ce contexte climatique se développent, actuellement, divers types d'associations végétales dont l'individualisation est essentiellement liée à la nature du substrat : ainsi, ont été présentés, caractérisés par les espèces qui leur sont le plus typiquement inféodées, des groupements d'erg, de bordure d'erg, de hamada, de reg, de lit d'oueds secs et sablonneux,

d'oueds fonctionnels ou sporadiquement fonctionnels, de "dayas" à la surface des hamadas, des pentes rocheuses et des éboulis enfin dans les Monts d'Ougarta. Par ailleurs il était important que soit évoqué le problème fondamental, depuis longtemps débattu par nombreux auteurs, de l'origine du peuplement végétal actuel de l'Afrique nord-équatoriale et de l'appartenance du Sahara s.l. au monde africain ou au monde mésogéen, afin de bien situer le territoire auquel se limite cette étude par rapport à cette question.

C'est après avoir mis en évidence les différents facteurs climatiques, botaniques et phytogéographiques qui constituent un environnement bien déterminé à la région prospectée, qu'il devenait seulement possible d'aborder l'étude palynologique qui a fait l'objet des précédents chapitres. Notre démarche a été guidée par une double préoccupation ;

- d'ordre floristique et phytogéographique dont on ne peut séparer les questions purement palynologiques et analytiques, d'où la nécessité de réserver une partie de ce mémoire à l'aspect méthodologique de nos recherches,

- d'ordre géologique et chronologique qui reste l'orientation fondamentale de cette étude de palynologie stratigraphique.

Les résultats palynologiques et leur interprétation, consignés dans les pages qui précèdent seront rassemblés dans ce chapitre, envisagés du point de vue floristique et phytogéographique d'une part, du point de vue de la chronologie stratigraphique d'autre part. Quelques réflexions enfin seront proposées, suggérées par l'un ou l'autre de ces aspects botanique ou géologique.

A - POINT DE VUE FLORISTIQUE ET PHYTOGEOGRAPHIQUE.

L'étude palynologique devant être fondée sur des bases stratigraphiques, nous ne pouvions envisager d'en présenter les résultats que sous la forme d'une succession de tableaux accompagnés de commentaires, relatifs à chacun des sites prospectés et selon la chronologie même des formations néogènes et quaternaires. Il a alors paru opportun de ne pas introduire le

lecteur dans cette partie consacrée à la palynologie stratigraphique sans lui avoir donné auparavant un aperçu de la composition globale des flores polliniques qu'il y rencontrerait, d'autant que ces dernières devaient révéler, dès le Néogène, la représentation de catégories très diverses d'essences actuellement inféodées à des milieux leur offrant des conditions souvent extrêmement éloignées du point de vue écologique. Il convenait donc en premier lieu de définir le principe d'une classification, puis, après avoir présenté une vue globale des microflores conformément aux catégories définies, il était indispensable de porter un jugement critique sur la juxtaposition apparemment aberrante de ces catégories ou de certaines d'entre elles du moins.

I - PRINCIPE DE LA CLASSIFICATION ADOPTÉE : LE CONCEPT "ELEMENT".

Le concept "élément" découle directement de la reconnaissance, par les phytogéographes, de "régions phytogéographiques" déterminées au sein d'unités géographiques d'ordre supérieur ("empires") et dont l'existence est essentiellement fondée sur un critère hydrothermique. C'est ainsi que le Sahara représente l'extension occidentale d'une vaste "région saharo-sindienne", dépassant vers l'Est les limites du continent africain pour atteindre la vallée inférieure de l'Indus. Plusieurs auteurs (A. EIG en particulier, 1931) ont attaché à cette notion de "région phytogéographique" celle d'"élément", considérant que l'"élément phytogéographique" est l'expression floristique de la "région phytogéographique". Cette acception purement géographique du concept élémentaire n'a pas été partagée par tous les auteurs, par L. DIELS notamment qui, l'un des premiers en 1917, à propos du peuplement végétal du Sahara Central, laissait déjà pressentir à travers le terme "élément", un sens historique et évolutif : il se dégageait de son étude l'idée d'une diversité d'origine de plantes qu'il désignait alors, au sein d'une flore centro-saharienne, comme des "éléments" méditerranéens ou des "éléments" soudanais. P. QUEZEL, dans ses publications les plus récentes (1965a, 1965b) a très clairement opté pour ce moyen d'expression très dynamique, mais il est évident que cette orientation suppose une connaissance des *taxa* entrant dans la composition des flores en question et qu'il n'est

pas aisé de l'adopter au niveau de l'analyse pollinique qui oblige souvent à travailler, non pas au niveau des *taxa* dont la détermination n'est pas toujours possible, mais au niveau plus imprécis du genre et, *a fortiori*, de la famille. Cependant, le but de cette étude étant de rechercher si, par la méthode de l'analyse pollinique, une évolution de la flore saharienne est décelable au cours des temps envisagés, c'est tout naturellement dans son sens historique que s'impose à notre esprit la notion d'"élément". Deux grandes divisions se dessinent alors :

- un élément ou groupe d'éléments de souche ou d'origine tropicale.
- un élément ou groupe d'éléments de souche ou d'origine mésogéenne.

Le terme "mésogéen" a été ici préféré au terme "septentrional" utilisé par P. QUEZEL et qui, dans le cadre de cette étude, pouvait créer une certaine ambiguïté quant à sa signification géographique et à l'extension qu'il laisserait trop facilement supposer. De même il a été préféré au terme "méditerranéen", géographiquement trop restrictif lorsqu'il s'agit de flores passées. C'est alors que, parmi les "éléments d'origine mésogéenne", une distinction a été établie entre des "éléments" qui, eu égard à leur répartition géographique actuelle, correspondent de toute évidence à des ensembles de plantes à affinités diverses :

- à caractère tempéré
- à caractère méditerranéen *sensu stricto* (vivant en bordure du bassin méditerranéen occidental et, pour la majorité d'entre elles, appartenant à la flore actuelle d'Afrique du Nord).
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, constitutif d'une pseudo-steppe herbacée comptant des formes buissonnantes ou arbustives, groupe au niveau duquel la détermination de l'appartenance des pollens à des essences strictement adaptées au milieu désertique ou à un milieu plus nettement méditerranéen est très délicate, parfois réalisable, mais souvent impossible à établir. On ne pouvait cependant admettre un groupe qualifié seulement de l'expression "éléments désertiques" dans lequel auraient figuré des

essences présentes en milieu désertique actuellement, mais d'origine incontestablement méditerranéenne. C'est donc sur ce principe de classification qu'ont été établis les tableaux détaillant la composition qualitative et quantitative des microflores analysées en chacun des sites étudiés.

II - APERÇU GLOBAL DE LA COMPOSITION DES MICROFLORES DETERMINEES DANS LES FORMATIONS NEOGENES ET QUATERNAIRES.

Avant de rappeler la composition globale de cette flore pollinique, on insistera sur le fait que cette énumération n'a de valeur que du point de vue qualitatif, mettant en évidence des espèces dont la représentation n'a pas manqué de surprendre, mais auxquelles par ailleurs seules les analyses situées dans leur contexte géologique et géographique ont permis d'attacher une signification mesurée. De même les analyses ont démontré que la représentation d'un certain nombre d'espèces est limitée dans le temps. Ainsi peut-on donner l'aperçu suivant de la composition globale des microflores analysées :

1) Eléments d'origine tropicale : *Acacia raddiana*, *Acacia* sp. (groupe des "gommiers" dont un pollen d'*Acacia ethbaïca* ou d'*Acacia nilotica* ssp. *subalata*), *Cassia* (plusieurs espèces), *Combretum* (dont *C. cf. micranthum*) et *cf. Combretum*, Combrétacées-Mélestomatacées (?), *Anogeissus* (Combrétacée), *Commicarpus* et *Boerhavia* (Nyctaginacées), *Argania* (Sapotacée endémique du Sud-marocain, à écologie méditerranéenne), Sapotacées indéterminées, *Rhus* (Anacardiacee), *Crataeva religiosa* (Capparidacée), *Sizygium* (*S. guineense* ?, Myrtacée), *Indigofera* (Papilionacée), *Hymenocardia* (Euphorbiacée), Euphorbiacées (espèces indéterminées dont la détermination est problématique, *Chaetocarpus* cf. ?, notamment), *Allophyllus* (Sapindacée).

2) Eléments d'origine mésogéenne à caractère tempéré : *Alnus*, *Castanea*, *Taxus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Salix* (genres actuellement présents en Afrique du Nord, mais dont l'aire est généralement très localisée), *Tilia*, *Carpinus*, *Corylus*, *Platanus orientalis*, *Aesculus* (deux espèces), *Juglans*, *Pterocarya*, *Carya*, *Zelkova*, *Myrica faya* (ces derniers genres n'étant pas

connus à l'état spontané en Afrique du Nord, d'après les botanistes de cette région). Des pollens déterminés comme des "formes bétuloïdes" ont été reconnus (*Betula* ? *Ostrya* ?; le genre *Betula* est actuellement représenté dans le Rif).

3) Eléments d'origine mésogéenne à caractère méditerranéen s.s. :

Cedrus (dont *C. atlantica* déterminé), *Pinus* cf. *halepensis*, *Pinus* type "laricio", *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Callitris* ? ou *Cupressus sempervirens*?, *Quercus* type "ilex", et d'autres espèces indéterminées (*Quercus suber* et *Quercus mirbeckii* entre autres, notamment), *Olea* cf. *europaea*, *Pistacia* (dont *Pistacia atlantica*, *Pistacia* cf. *terebenthus*), *Erica arborea*, *Celtis*, *Vitis vinifera*, *Myrtus communis*, *Rhus cotinus* (cette dernière espèce est actuellement absente d'Afrique du Nord).

4) Eléments d'origine mésogéenne à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen (on ne mentionnera pas les familles représentées occasionnellement et dont on ne connaît la signification) : *Ziziphus lotus*, *Rhus* cf. *tripartitum*, *Ephedra* cf. *alata*, Chénopodiacées halophiles et autres Chénopodiacées (*Cornulaca* p.p., psammophile), Composées (dont plusieurs espèces du genre *Artemisia*), Graminées, *Paronychia arabica*, *Sclerocephalus arabicus*, *Silene setacea* (Caryophyllacées), *Plantago*, *Calligonum* et *Rumex* (Polygonacées), *Echium*, *Heliotropium* et *Moltkia ciliata* (Boraginacées), *Helianthemum* (Cistacée), *Asphodelus* et *Androcymbium gramineum* (Liliacées), Papilionacées (*Lotus* cf. *jolyi* et *Lotus* cf. *roudairei* notamment), *Fagonia*, *Zygophyllum* et *Peganum* (Zygophyllacées), *Cyperus conglomeratus* (Cyperacée psammophile saharienne et saharo-soudanaise), *Limoniastrum* cf. *feeii* (Plumbaginacée), *Samolus valerandi* (Primulacée), *Cistanche* (Orobanchée), *Haplophyllum buxbaumii* (Rutacée), *Hyoscyamus albus* (Solanée), Urticacées.

5) Essences à caractère hygrophile : *Tamarix*, *Typha angustifolia*, *Potamogeton* (cf.), quelques Ptéridophytes.

Après cet ensemble d'éléments il faut ajouter le genre *Neurada* dont l'origine, ainsi que celle de quelques autres genres présents dans la flore

saharienne actuelle, peut-être d'ailleurs représentés dans nos sédiments sans avoir pu être déterminés, est typiquement africaine : c'est une Rosacée entrant dans la composition d'une flore xérophile archaïque (*Rond-flora*).

L'impossibilité de préciser la détermination de certains pollens au-delà de la famille a été longuement explicitée dans un chapitre consacré à la morphologie : c'est le cas notamment des Graminées, Crucifères, Composées et en grande partie des Chénopodiacees. Il était très important de pouvoir cerner également le problème de la détermination spécifique des pollens du genre *Ephedra*.

III - REFLEXIONS CRITIQUES AU REGARD DE LA JUXTAPOSITION APPAREMMENT ABERRANTE, DANS UNE MEME MICROFLORE, DE GROUPES D'ELEMENTS D'ORIGINE DIVERSES.

Suggérées par l'examen détaillé de la flore pollinique particulièrement significative, présente en trois de nos analyses, ces réflexions critiques ont mis en évidence le problème essentiel qui s'est posé à chaque étape de l'étude palynologique stratigraphique : celui, déjà pressenti dans le précédent paragraphe, de la juxtaposition dans une même microflore de groupes de pollens traduisant autant d'associations cohérentes en soi et dont nous avons essayé de préciser les conditions écologiques **requises par leur** développement. L'analyse qui a le plus longuement retenu notre intérêt est celle d'un échantillon du ciment du conglomérat aïdien du Fouta Marouga, en bordure des Monts d'Ougarta. On peut semble-t-il résumer de la façon suivante les principaux points de cette réflexion :

1) un groupe d'éléments arborescents à caractère méditerranéen s.s. (*Pinus* cf. *halepensis*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea* cf. *europaea*, *Pistacia* cf. *atlantica*, *Erica arborea*) apparaît comme une association cohérente d'essences restant faiblement représentées dans la microflore (à peine 4%), dont il est possible de penser qu'elles ont vécu dans des conditions de semi-aridité voisines, quant à la pluviosité, de la limite inférieure des exigences hydriques des moins xérophiles d'entre elles (300-400 mm au minimum pour *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*).

2) un groupe d'éléments actuellement présents au Sahara sous des conditions désertiques accentuées (Chénopodiacées, *Ephedra* cf. *alata*), mais essentiellement liés à des milieux particuliers (sols salés ou nappes sableuses), représente la fraction la plus abondante de la microflore (54%).

Après discussion de faits d'observation empruntés à la végétation actuelle saharienne ou des marges désertiques, il est apparu que le groupe des Chénopodiacées et des *Ephedra*, dominant la flore pollinique fossile, pourrait ne pas traduire des conditions désertiques aussi strictes que celles actuelles dans la région étudiée.

Les limites inférieures ou supérieures d'humidité qui conditionnent la possibilité de croissance de l'un et de l'autre groupe restent quelque peu éloignées et, du strict point de vue écologique, compte tenu de ce que l'on observe dans la nature actuelle, on n'a pu que constater l'existence de ces deux groupes entre lesquels, par ailleurs, un petit nombre d'espèces ayant une large capacité d'adaptation de part et d'autre des limites précédemment évoquées, établissent un lien : *Ziziphus lotus*, *Olea* cf. *europaea*, *Pistacia* cf. *atlantica*. Devant cette évidence et les apparentes incompatibilités qui ressortent de ces réflexions, il est apparu que le point important de notre démarche était d'avoir posé un problème dont on ne devait chercher l'explication hors du contexte géographique, stratigraphique, sédimentologique dans lequel s'est édifié le dépôt étudié. Nous avons évoqué suffisamment de microclimats dans la nature actuelle, de biotopes localisés permettant à certaines espèces de se développer hors de leur milieu habituel, pour que soit fortement suggérée l'idée de formations relictuelles ayant échappé aux vicissitudes du climat. Au terme de cette analyse dont seuls les points fondamentaux de réflexion ont été rappelés ici, on a insisté sur le caractère peut-être seulement "apparent" de certaines incompatibilités, que seul le contexte général peut confirmer ou infirmer. L'interprétation de la composition complexe de cette microflore a trouvé place dans l'analyse même de la série aïdienne du Fouta Marouga.

B - POINT DE VUE CHRONOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE.

L'étude palynologique qui précède a été envisagée parallèlement aux données stratigraphiques dont on doit le premier canevas à H. ALIMEN (1952 et travaux ultérieurs précédemment cités). A sa suite, J. CHAVAILLON (1964) et G. CONRAD (1969) ont contribué, selon des voies quelque peu différentes, à mettre en place une chronologie des formations quaternaires au Sahara nord-occidental. Il n'y a pas toujours convergence d'expression entre ces deux auteurs, dans les termes mêmes de cette chronologie. Quant à l'étude qui nous concerne, nous avons suivi dans sa terminologie la chronologie établie par Melle ALIMEN puis J. CHAVAILLON, sans omettre de préciser le parallélisme avec celle que l'on doit à G. CONRAD. A ce dernier auteur ont été empruntés très particulièrement les éléments de connaissance géographique et sédimentologique des formations néogènes.

Dès à présent il est très important que nous rappelions que la morphologie actuelle de la région étudiée et l'individualisation des formations quaternaires résultent de l'alternance, dans le passé, de phases pluviales et de phases arides auxquelles correspondent respectivement, bien qu'avec un décalage possible, des phénomènes de creusement et de sédimentation. Aux épisodes de creusement ne correspondent aucuns témoins de sédiments en place, qui se sont trouvés érodés, transportés puis déposés loin vers le Sud, à la limite probablement de ce bassin endoréïque de la Saoura, vraisemblablement dans la région du Touat. En l'absence de sédiments susceptibles de livrer des microflores contemporaines de ces épisodes pluvieux, nous n'avons donc saisi, à travers les microflores analysées, que la composition de la végétation au cours des épisodes de sédimentation, dont il est vraisemblable que l'on doit les situer à des moments intermédiaires entre les phases pluviales et celles marquant un retour à l'aridification. Aucune sédimentation, en effet, ne se produit actuellement en régime aride et l'on ne peut imaginer l'édification de terrasses (pour ne parler que de ce type de sédimentation) dont subsistent les témoins le long des oueds actuels, fossiles ou sporadiquement fonctionnels, que sous un régime climatique intermédiaire entre les "Pluviaux"

et les "Arides". C'est ce qu'a exprimé J. CHAVAILLON (1964, p. 302, Fig. 109), en en proposant très clairement une schématisation évidemment théorique. Ainsi donc, l'étude palynologique des formations quaternaires du moins, doit être comprise comme une succession de "flashes" saisissant l'état de la végétation à un moment donné du "cycle climato-sédimentaire" défini par J. CHAVAILLON.

I - LES FORMATIONS NEOGENES

Etudiées en quelques points au voisinage de Béni-Abbès et dans la région des Monts d'Ougarta, elles ont permis de mettre en évidence, pour la première fois, la physionomie du peuplement végétal qui s'est étendu, pendant un certain laps de temps du moins, au cours du Néogène, sur un territoire saharien d'influence actuellement méditerranéenne, mais qui, au cours de la première partie du Tertiaire, fut certainement colonisée par un type de végétation typiquement tropical, comme cela est apparu à travers les études paléoxylologiques en d'autres secteurs sahariens (cf. synthèse récente, A. AUBREVILLE, 1970).

L'existence sur le piedmont atlasique d'un vaste domaine lacustre ennoyant vers le Sud les Monts d'Ougarta et de Tabelbala, interrompu par un lacs de cordons sableux émergés, a été entrevue par les géologues comme étant à l'origine du faciès assez particulier (grès argilo-carbonaté dénommé "torba") sous lequel apparaissent les formations constituant les Hamadas du Guir et de la Daoura. Dans la région de Béni-Abbès, la Hamada du Guir est couronnée par une dalle silicifiée résistante à l'érosion. En cette dalle silicifiée qui ne représente pas le terme ultime des dépôts hamadiens, serait vue par G. CONRAD la manifestation d'un approfondissement temporaire du régime lacustre.

Les microflores polliniques déterminées ont révélé une juxtaposition plus ou moins accentuée suivant les sites étudiés, d'éléments d'origines diverses. A l'élément méditerranéen s.s. et, en certains points du moins, à

un ensemble d'espèces plus particulièrement sahéliennes, d'ailleurs représentées selon un pourcentage extrêmement faible, se juxtaposent en quantité dominante des pollens d'espèces strictement sahariennes actuellement, ou d'essences présentes en milieu saharien, mais également en régions plus septentrionales. C'est ainsi que l'on peut envisager que les pentes sèches des djebels d'Ougarta ou les petits oueds qui les sillonnaient, devaient abriter, compte tenu de leur adaptation plus ou moins xérophile ou ripicole, les espèces antérieurement citées caractérisées par une écologie méditerranéenne, avec lesquelles ont coexisté, à certains moments du moins, des essences à répartition actuelle essentiellement subtropicale sahélienne (quelques-unes d'entre elles persistent actuellement en territoire saharien). Les espèces steppiques méditerranéennes ou subméditerranéennes devaient y trouver également un habitat favorable, tandis que celles à caractère édaphique certain se développaient suivant leur adaptation, soit en milieu sableux à la faveur des nappes émergées, soit en milieu légèrement salé au bord des lacs au niveau probablement fluctuant. Certains éléments ont dû être considérés comme non in situ, étant données leurs exigences hydriques. On peut en effet présumer semble-t-il de conditions semi-arides au cours de la sédimentation, conditions marquées par une pluviosité moyenne annuelle de 350-400 mm d'eau ou légèrement supérieure. C'est également l'idée d'un climat semi-aride qui a été émise par G. CONRAD, ces grandes étendues lacustres étant alimentées par des apports septentrionaux atlasiques. L'intérêt, au regard de ces microflore a été particulièrement retenu :

- par la représentation des genres *Argania* et *Pittosporum*, évoquant les affinités qui existent actuellement entre la flore macaronésienne et la flore nord-africaine dont elle dépend, de par l'appartenance des Canaries et de Madère au Continent africain jusqu'au Miocène moyen. Quant à *Argania*, sa représentation au Néogène dans une microflore de la région étudiée, est venue corroborer la pensée de P. QUEZEL (1965a). L'auteur considère cet élément d'origine tropicale, endémique du Sud-marocain et à écologie méditerranéenne, comme devant être rattachée à l'association floristique qui caractérise actuellement les rocailles des Monts d'Ougarta dont il est cependant absent.

- par l'importance dans la microflore d'un pollen d'*Acacia nilotica* ssp. *subalata* et peut-être également d'une espèce du genre *Rhus* devant être considérée comme étant d'origine orientale. Le problème s'est trouvé posé d'une éventuelle extension beaucoup plus large des espèces orientales actuellement reléguées en Afrique de l'Est (l'espèce du genre *Acacia* du moins).

On a tenté de situer cet ensemble floristique d'origine essentiellement mésogéenne du point de vue historique. Le détroit bético-rifain aurait été la voie de passage de cette flore venue d'Europe et dont on peut penser que les espèces méditerranéennes s.s. ont été différenciées et ont migré sur les pentes de l'Atlas avant même le Burdigalien ainsi qu'il a été proposé par P. QUEZEL (1957) pour les orophytes atlasiques. Quant aux espèces d'origine mésogéenne mais à vocation désertique, si l'on considère leur adaptation actuelle, il semble que l'on doive supposer que leur individualisation n'a pu se faire que dans une phase de désertification qui a précédé le moment où les espèces méditerranéennes (et peut-être sahéliennes) ont pu trouver refuge dans les Monts d'Ougarta sous des conditions semi-arides. A l'espèce *Ephedra* cf. *alata*, on a pensé devoir attribuer une origine centrasiatique, au vu de son actuelle répartition. Le problème de l'individualisation des *taxa* sahéliens dans le temps et dans l'espace reste posé.

Enfin, un essai de chronologie a été tenté entre les différents niveaux étudiés dans le Néogène. Bien qu'il se soit révélé très délicat à établir, il semble que l'on puisse souligner que le groupe des éléments à caractère sahélien s'est essentiellement trouvé développé dans les formations que l'on peut penser les plus anciennes. L'absence de pollens les représentant, plus tard dans le Néogène, correspondrait-il à un effacement des espèces à une certaine époque, à la suite d'une variation des facteurs climatiques (pluviosité ?, rythme saisonnier ?, température ?). Cela a été proposé comme une hypothèse. En fait nous avons cherché s'il était possible de mettre en évidence au sein du Néogène, un passage du Miocène au Pliocène. Pas plus que la stratigraphie dans cette région, la palynologie n'a permis de le saisir.

Cette étude qui n'apporte qu'une contribution très limitée à la connaissance de l'évolution des flores tertiaires a soulevé deux problèmes qui ouvriraient des voies de recherche : celui du passage, dans le temps, du monde végétal africain au monde mésogéen, problème que suggère la seule étude du peuplement végétal actuel de l'ensemble du Sahara et que l'on a souligné dans le chapitre consacré à l'aspect phytogéographique de ce dernier, problème enfin de l'origine de la zone sahélienne qui peut ainsi s'exprimer : que s'est-il passé au Néogène, entre cette région qui vient d'être prospectée au Sahara septentrional et les régions déjà soudanaises au Sud du fleuve Sénégal où l'histoire de la flore n'est pas marquée de variations notables tout au cours du Tertiaire ?

II - LES FORMATIONS D'ÂGE QUATERNAIRE ANCIEN.

Les données de l'analyse palynologique seront successivement envisagées au niveau de l'Aïdien et du Mazzérien, selon la terminologie ici adoptée (Plio-Villafranchien et Villafranchien supérieur selon G. CONRAD).

1) Les formations d'âge aïdien.

Aux points étudiés dans la Haute Vallée de la Saoura (Mazzer), dans le piedmont méridional des Monts d'Ougarta (Mekitla) et au coeur même des premières chaînes de ce dernier massif (Foum Marouga), les formations dont ont été analysés des échantillons correspondant aux deux principaux types de faciès définis par l'étude sédimentologique et pétrographique : faciès fluviatile et fluvio-lacustre résultant de ruissellements généralisés dans la future vallée de la Saoura, faciès davantage conglomératique dans les Monts d'Ougarta.

La composition même des microflores sédimentées simultanément aux dépôts aïdiens ne peut être comprise que dans le contexte sédimentologique dont résultent ces derniers. Les grands ruissellements d'origine essentiellement atlasique qui ont fait suite à une période pluvieuse post-néogène sûrement intense ont entraîné vers le Sud, sur d'immenses surfaces déterminées

par l'érosion, un ensemble allochtone de pollens témoignant de la présence, sur les pentes de l'Atlas, à cette époque, d'essences forestières à caractère tempéré ou de "méditerranéennes" très mésophiles. Une étude de la végétation forestière actuelle en Afrique du Nord, présentée au début de ce mémoire, a fait apparaître que ces espèces représentées dans les microflores aïdiennes ont maintenant disparu de ces reliefs, ou qu'il n'en subsiste plus qu'un très petit nombre en des points extrêmement rares et précisément localisés et connus.

Une éventuelle évolution des conditions climatiques au cours de la sédimentation aïdienne a été perceptible à travers les microflores du Fom Marouga, qui permettent de penser que le climat semi-aride qui a présidé à l'édification du conglomérat de base s'est progressivement dégradé en un contexte difficilement définissable au niveau du sédiment brun-rouge marquant un épisode voisin du terme de l'Aïdien, contexte déjà sub-aride et même peut-être très proche d'une aridité comparable à celle actuelle. Aucune évolution comparable n'a été perceptible à Mazzer, non plus qu'à Mekitla où, il est vrai, le terme final de l'Aïdien semble manquer.

2) Les formations d'âge mazzérien.

La phase pluviale du cycle mazzérien revêt une importance capitale, puisqu'elle détermine l'individualisation du chenal du grand axe fluvial Guir-Saoura-Messaoud. Une longue période sédimentaire lui fait suite dont résultent des dépôts fluviaux, des dépôts fluvio-lacustres, des dépôts intradjabéliens enfin (faciès conglomératiques).

La composition, l'intérêt et la signification des diverses microflores analysées étant très inégaux, les considérations globales relatives aux flores polliniques mazzériennes ont été envisagées selon deux points de vue :

a) point de vue floristique.

L'accent a été mis sur un certain nombre de remarques :

- les dépôts fluviaux de la terrasse mazzérienne à Mazzer ne portent pas l'empreinte d'une origine lointaine des sédiments, du moins à

travers la composition de la flore pollinique : le groupe des éléments à caractère tempéré s'y manifeste très discrètement. Le problème de l'importance prise par des individus allochtones d'origine atlasique ne se pose plus au Mazzérien alors que les géologues, tout en reconnaissant l'enrichissement certain de la Saoura tout au long de son cours en matériel d'origine locale, attribuent une part importante au matériel détritique allochtone. Ceci n'apparaît pas de façon aussi évidente au niveau des analyses polliniques et, ainsi, se pose indirectement une question qu'il ne nous appartient pas de résoudre : celle du développement du couvert forestier sur les pentes de l'Atlas à cette époque.

- un petit nombre de microflores analysées ont mis en évidence la juxtaposition d'éléments d'origines diverses parmi lesquels dominent toujours les éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen et principalement ceux traduisant une végétation édaphique certaine, mais à côté desquelles on compte des espèces méditerranéennes s.s. et des éléments d'origine tropicale plus ou moins associés ou dispersés dans les analyses : *Argania*, *Acacia*, *Cassia*, *Combretum* sont devenus familiers, mais pour la première fois sont rencontrés, en plusieurs points, des pollens du genre *Anogeissus*, Euphorbiacée remarquable par sa plasticité écologique, et également des pollens d'une essence en laquelle on pense bien pouvoir reconnaître *Olea chrysophylla*, espèce actuellement est-africaine. La représentation de cette espèce pose un problème quant à ses exigences hydriques, supérieures à celles des sahéliennes et aussi quant à son insertion en tant qu'élément *in situ* dans les analyses de Marouga et de Mazzer. Il n'a pas été exclu que sa présence soit explicable à la faveur d'un milieu écologiquement privilégié dans les Monts d'Ougarta.

- on a enfin évoqué que la Saoura notamment, maintenant canalisée, fut-elle encore très large, ait pu devenir un couloir de végétation au long duquel chaque essence trouvait le substrat le plus favorable à son implantation.

b) point de vue paléoclimatique.

L'irrégularité des résultats des analyses n'a pas permis de mettre en évidence des conclusions paléoclimatiques aussi facilement discernables en tous les points de notre étude.

Les formations fluviatiles de Mazzer sont marquées dès le début de la sédimentation de conditions semi-arides qui ne persistent pas et semblent plutôt correspondre aux derniers écoulements du Pluvial antérieur ou à une phase de transition entre ce Pluvial et un épisode de sédimentation auquel est attachée une microflore révélant des conditions sub-arides. Deux jalons dans la sédimentation des niveaux sus-jacents sont révélateurs de semi-aridité, mais la trop grande pauvreté des échantillons intercalés exclut la possibilité d'établir une séquence.

Les formations fluvio-lacustres du "rokna" de Tamtert ont engagé à reconnaître que les écoulements longitudinaux qui ont déposé les sables ou les calcaires sableux, ou même de grandes "gueltas" ont existé sous des conditions sub-arides, probablement interrompues à une certaine époque par une récurrence semi-aride dont témoigne une microflore suffisamment bien caractérisée par le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. et par ceux d'origine tropicale, en lesquels nous avons vu un argument en faveur de l'âge mazzérien du dépôt, contesté par G. CONRAD. Un contexte comparable, sub-aride et même aride à la base de la série, a été décelé dans les dépôts fluvio-lacustres de même âge à proximité d'Hassi Manda. Il semble par ailleurs que l'on ne puisse envisager le mince dépôt gréseux marquant le terme de la sédimentation mazzérienne à El Goufra qu'à la faveur d'une semi-aridité. Quant au conglomérat mazzérien de Marouga, ravissant l'Aïdien terminal sub-aride, sa microflore suggère un retour à des conditions semi-arides, responsables d'un régime torrentiel, alternant vraisemblablement avec des épisodes d'écoulement calmes, plus secs.

Il eut été souhaitable d'établir des corrélations entre ces différentes formations. Toutefois celles établies par J. CHAVAILLON au niveau de la stratigraphie, n'autorisent pas à faire entrer les résultats de la

palynologie dans un système dont les coupures stratigraphiques majeures sont les mêmes que celles que nous avons reconnues, mais dont nous ne pouvons plus adopter les subdivisions secondaires, le plus souvent parce que les données stratigraphiques relevées sur le terrain lors des prélèvements, en des points précis, ne se superposent pas à celles décelées par le géologue en des points différemment situés. On ne pouvait apporter en conclusion que des déductions climatiques propres à chaque site. Il n'en subsiste pas moins qu'une vue globale de ces déductions laisse pressentir que la sédimentation mazzérienne s'est effectuée sous un régime climatique marqué d'oscillations incontestables entre des épisodes semi-arides et sub-arides.

Au terme de ces conclusions relatives aux sédiments mis en place au cours de l'Aïdien puis du Mazzérien, il se dégage principalement, du point de vue floristique, une persistance en certains sites étudiés, d'une partie de la microflore marquée d'une origine tropicale, selon un très faible pourcentage bien entendu. Au Mazzérien deux espèces nouvelles et d'un intérêt certain ont été reconnues pour la première fois : *Anogeissus* et *Olea chrysophylla* (?). Du point de vue paléoclimatique, à l'Aïdien, une évolution de conditions semi-arides vers un contexte sub-aride, n'est sensible que dans les Monts d'Ougarta. Par contre les microflores sédimentées en même temps que les dépôts sur l'axe de la Saoura portent essentiellement l'empreinte d'une origine atlasique. Ceci suppose une végétation forestière à caractère tempéré et très mésophile, localisée sans doute sur les sommets et les pentes, actuellement secs, des chaînes de l'Atlas bordières de la plaine saharienne. Cette influence disparaît au Mazzérien et invite à se poser la question du devenir de la flore atlasique à cette époque. Plus nettement qu'à l'Aïdien les données des microflores laissent percevoir des oscillations entre des conditions semi-arides et sub-arides, sans qu'il soit possible d'établir de corrélations entre les différents sites. Rappelons enfin que les dépôts n'ont livré que des pebble-tools.

III - LES FORMATIONS D'ÂGE QUATERNAIRE MOYEN.

Deux cycles sédimentaires, le Taourirtien et l'Ougartien se succèdent au Quaternaire moyen. L'individualisation du cycle taourirtien par rapport au cycle mazzérien est indubitablement fondée sur l'évolution remarquable des techniques préhistoriques conduisant déjà à la taille de bifaces, quoiqu'encore archaïques. G. CONRAD, selon sa terminologie, s'exprime en terme de Pleistocène moyen.

1) Les formations d'âge taourirtien.

La quasi totalité des échantillons dont a été faite une étude palynologique se sont montrés stériles. On peut interpréter cela comme la conséquence de la grésification très poussée des sédiments à la suite de leur dépôt, du moins en ce qui concerne ceux de la terrasse édifiée dans la vallée de l'oued principal (Gara Taourirt) ou de ses dépendances les plus directes (Meksem el Hartani). Une microflore assez peu riche a été décelée dans un échantillon de la "couche T" de l'Oued Trick, surmontant le Néogène précédemment analysé. Cette microflore ne constitue qu'un document de valeur limitée, traduisant des conditions peu éloignées semble-t-il de l'aridité, sub-arides tout au plus. Si l'on avait connaissance des *taxa* représentés par le pourcentage notable des indéterminables, une nuance climatique quelque peu différente aurait peut-être été décelée.

2) Les formations d'âge ougartien.

Les sédiments ougartiens peu accessibles dans la vallée de l'oued Saoura parce que recouverts par les alluvions du Quaternaire récent, n'ont été étudiés qu'en deux points : dans les Monts d'Ougarta, à l'Oued Farès, et également sur le piedmont ougartien, dans l'oued Ali. Les sédiments, d'origine essentiellement autochtones, sont caractérisés par deux types de faciès :

- un faciès conglomératique "versicolore" à trois niveaux de cailloutis, Vi, Vm, Vs, séparés de lits sableux qui parfois font défaut, l'ensemble de la série sédimentaire ne dépassant pas 4 m d'épaisseur. Seul cet Ougartien "versicolore" est représenté à l'Oued Farès.

- un faciès fluvio-lacustre sableux ou sablo-gréseux, imprégné de gypse, surmontant l'Ougartien "versicolore", présent seulement à l'oued Ali.

La simplicité apparente de la série des cailloutis "versicolores" n'est qu'illusoire : leur développement, relativement faible en comparaison des formations sédimentées lors des cycles antérieurs, peut s'expliquer si l'on admet que chacun des cailloutis ou niveaux aussi nettement individualisés, résulte d'une alternance de séquences pluvieuses, sans doute torrentielles et de phases sèches, ayant pour conséquence un remaniement périodique des sédiments mis en place lors d'un épisode antérieur.

En conséquence, le seul parti que l'on puisse tirer d'analyses effectuées dans ces dépôts génétiquement si complexes, est une image globale de la microflore à l'échelle de chacun des 3 niveaux de cailloutis versicolores, image traduisant une juxtaposition possible dans le paysage végétal, d'espèces d'origines diverses à un moment ou à divers moments les plus favorables au développement de l'association ainsi perçue. Correspondant à cette association peut alors être proposée une nuance climatique déterminée. Il est possible d'exprimer ainsi les grandes lignes des conclusions :

a) du point de vue floristique.

La juxtaposition d'essences d'origines diverses se retrouve à travers l'ensemble des analyses, avec cette différence que le groupe des éléments d'origine tropicale devient considérablement restreint et que sa composition manifeste une nuance dominante sèche (*Acacia raddiana* sans doute, *Argania*, *Combretum cf. micranthum*, *Cassia*). Des espèces à caractère tempéré (*Alnus*, *Ulmus* et des Salicacées) trouvent peut-être place au sein d'une association ripicole (à moins qu'ils soient originaires du Pluvial ougartien). Au nombre des espèces à caractère méditerranéen s.s., on compte celles habituellement rencontrées : *Pinus cf. halepensis*, *Juniperus cf. oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus* type "*ilex*", *Olea cf. europea*, *Erica arborea*, *Phillyrea sp.*, *Vitis vinifera* auxquels se joint *Celtis*, espèce dont les exigences hydriques supposent qu'il trouve place dans une association ripicole à l'Ougartien final. Au niveau du groupe des éléments à caractère dé-

sertique-subméditerranéen-méditerranéen, il faut retenir principalement le pourcentage notable des Graminées dans les formations "versicolores", pourcentage qui marque une chute très nette à l'Ougartien final.

b) du point de vue climatique.

On ne peut donc que traduire la probabilité d'oscillations entre certaines limites, au cours de la mise en place des niveaux conglomératiques du moins

- au cours de l'édification de Vi, Vm et Vs, des conditions semi-arides ont dû plusieurs fois alterner avec des phases assez voisines de l'aridité.

- le niveau Vi-m, étudié seulement à l'oued Ali traduirait assez nettement des conditions de milieu sub-aride.

- au cours de l'Ougartien final, inexistant à l'oued Farès, partiellement érodé de l'oued Ali, le contexte climatique apparaît d'abord sub-aride, puis évolue vers une phase probablement semi-aride qui a déterminé, localement du moins, la formation de travertins.

Les données de la palynologie ne corroborent pas exactement les hypothèses proposées par les géologues. Malgré ses limites, dans un contexte géologique si complexe, il semble que la palynologie permette de dire que, selon toute vraisemblance, le climat a conservé un rythme de type méditerranéen et que par ailleurs, on puisse envisager la sédimentation ougartienne dans le contexte de variations du climat entre les limites semi-aride-sub-aride.

IV - LES FORMATIONS D'AGE QUATERNAIRE RECENT.

A une époque éloignée de plus de quarante millénaires, remonterait le début de la sédimentation des dépôts saouriens. C'est donc plus anciennement encore que commence le cycle saourien auquel fait suite le cycle guirien qui achemine vers les temps sub-actuels. Saourien et Guirien sont dénommés, selon la terminologie de C. CONRAD, Pléistocène supérieur et Holocène.

1) Les formations d'âge saourien.

Un faciès homogène, essentiellement sableux, caractérise les dépôts sédimentés à cette époque. La remarquable unité pétrographique que l'on peut observer, en suivant la terrasse saourienne qui domine d'une vingtaine de mètres le lit actuel de la Saoura, n'est que sporadiquement interrompue par des variations locales de faciès. Ce dernier, devenant plus précisément fluvio-lacustre, a été remarqué notamment en aval de l'oasis d'El Ouata, où des formations calcaréo-sableuses à Limnées et Diatomées, datées de - 33.900 et - 32.700 $\pm$ 1.700 ans B.P., ont retenu l'intérêt et suscité une étude palynologique très détaillée de l'ensemble des formations mises en place en ce point de la vallée. Un peu en amont d'El Ouata, à Bou Hadid, un niveau ligniteux représente également un faciès local, se situant assez près du début de la sédimentation (âges radiométriques proches de - 40.000 B.P.). Le faciès sableux se retrouve dans les Monts d'Ougarta où la falaise de l'Oued Farès est un des plus beaux témoignages de la sédimentation saourienne en cette région.

Quant aux résultats de l'analyse pollinique dans la vallée de la Saoura, deux types principaux d'associations microfloristiques sont très nettement apparus, liés de toute évidence à la différenciation des deux variations plus ou moins fluviale ou fluvio-lacustre du faciès. Aux épisodes fluvio-lacustres, sporadiques et localisés, correspond une flore pollinique à caractère hygrophile, mêlée de pollens d'*Ephedra cf. alata* notamment, psammophile. Il faut interpréter ces données semble-t-il, comme le témoignage de l'existence de nappes lacustres d'extension probablement limitée, se partageant, avec des surfaces sablonneuses occupées par une flore psammophile, le vaste talweg d'un oued fonctionnel, mais au cours calme et divaguant. Parmi les Diatomées déterminées, quelques formes saumâtres précisent les conditions de milieu. Les sédiments nettement fluviaux, traduisant des sortes de crues venues du Nord, sont par contre caractérisés par un appauvrissement considérable des microflore indubitablement dominées par des pollens d'espèces atlasiques à caractère tempéré, mêlés de quelques pollens d'essences méditerranéennes s.s. ayant probablement la même origine.

Ces flores polliniques semblent ici sédimentées accidentellement en raison d'une certaine rapidité du courant, défavorable à un dépôt massif de la microflore allochtone transportée.

Toute cette partie de la vallée de la Saoura doit être envisagée, au cours de la sédimentation saourienne, sous des conditions relativement précaires, moins rudes que celles actuelles sûrement. Nous pensons que les microflores de Bou Hadid et d'El Ouata se sont sédimentées en régime sub-aride, ce qui marquerait, par rapport aux cycles sédimentaires précédents, une légère dégradation des conditions climatiques.

Dans les Monts d'Ougarta, un petit groupe de pollens d'espèces méditerranéennes s.s. ne semble pas suffisamment diversifié et cohérent pour justifier que l'on prenne parti en faveur de conditions semi-arides. Il n'est pas impossible que quelque biotope privilégié ait permis à ce petit nombre d'espèces de survivre, s'il ne s'agit pas de pollens étrangers à la microflore contemporaine de la sédimentation. Deux hypothèses, semi-aridité et sub-aridité subsistent avec une préférence de notre part pour celle qui rejoint ce qui vient d'être admis dans la Saoura.

2) Les formations d'âge guirien.

La récurrence humide qui marque le cycle sédimentaire guirien est incontestable au vu de l'importance des phénomènes d'érosion qui ont dégagé, au sein des formations sableuses saouriennes, la terrasse précédemment évoquée. Bien que peu conséquente et relativement limitée géographiquement, la sédimentation guirienne met en place une terrasse construite. Au cours du Guirien se sont épanouies les civilisations néolithiques, dont on retrouve le témoignage jusque dans des zones quasi-abiotiques actuellement. C'est ainsi que l'étude palynologique concerne à la fois des formations sédimentaires marquées par une stratigraphie et des formations d'origine anthropogène.

Dans les Monts d'Ougarta, au Kheneg et Tlaïa (site néolithique non daté, inclus dans la série stratigraphique de la "butte Catherine"), à

Zmeïlet Barka (couche archéologique d'un site fouillé par M. J. MATEU : 5.250 ou 5.750 $\pm$ 180 B.C.), sur la bordure occidentale de l'Erg er Raoui à Hassi Manda (sédiment lacustre guirien du puits, à Diatomées et Gastéropodes, daté de 4.370 $\pm$ 70 ans B.C. et couche archéologique du site fouillé par M. J. MATEU, contemporain du dépôt du puits, et daté de 4.380 $\pm$ 300 ans B.C.), le contexte climatique que traduisent les diverses microflores analysées ne semble pas laisser supposer des conditions dépassant les limites de la sub-aridité. La végétation était alors réduite aux formes que l'on connaît actuellement, mais plus abondamment développées dans le contexte évoqué qui pouvait se traduire, en termes de pluviosité, par des précipitations de l'ordre de 200-300 mm. A Zmeïlet Barka, Hassi Manda, des puits sont encore fonctionnels, alimentés par une nappe relativement profonde qui, à l'époque de l'occupation humaine, venait affleurer à la surface du reg sous forme de sources ou de petites étendues lacustres, ainsi qu'en témoigne le calcaire sableux fossilifère à proximité de l'actuel puits d'Hassi Manda. L'acheminement, en cette époque de déclin des civilisations néolithiques, vers des conditions sub-arides devait amener de petits groupes humains à se rassembler autour des points d'eau dont la permanence était assurée par l'enrichissement des nappes souterraines lors du Pluvial guirien. Cette évolution des conditions climatiques à l'époque envisagée ici est en accord avec les données acquises pour les régions sud-sahariennes, marquées elles aussi d'une régression des grands lacs sahariens.

Ainsi, que l'on envisage l'épisode de sédimentation saourienne ou la sédimentation guirienne, on assiste, en comparaison des phases correspondant au cours des cycles sédimentaires précédents, à une péjoration du contexte climatique. On remarquera la non-représentation de tout élément d'origine tropicale dans les dépôts saouriens étudiés et, au Guirien, la seule représentation de formes sahéliennes sèches ainsi que d'*Olea cf. europea*, capables d'adaptation aux conditions climatiques dont l'hypothèse a été proposée.

C - REFLEXIONS DIVERSES ET POINTS FONDAMENTAUX DE CES CONCLUSIONS.

Les conclusions qui viennent d'être dégagées révèlent, quant aux problèmes floristiques et phytogéographiques, un caractère relativement général. Par contre, on s'est attaché à mettre en évidence les nuances climatiques qu'il a été possible de déceler au niveau d'une chronologie stratigraphique que nous avons suivie au fur et à mesure du déroulement des épisodes sédimentaires. Il convient donc maintenant de dégager les lignes fondamentales de ces conclusions générales tant du point de vue paléofloristique que paléoclimatique. Cependant quelques réflexions ont été suggérées qui ne pouvaient trouver place dans les deux points précédents sans en rompre l'unité : ce sont elles qu'auparavant nous envisagerons le plus brièvement possible.

1) Réflexions diverses.

Dès le début de ce mémoire, le paysage végétal actuel et les associations floristiques le caractérisant ont été longuement évoqués. Or, l'étude paléomicrofloristique vient de faire apparaître la dominance permanente, au cours des phases de sédimentation, depuis le Néogène et tout au long du Quaternaire, d'un groupe d'éléments partiellement qualifié du terme "désertique". Une question surgit spontanément à l'esprit qui invite à une comparaison entre la composition de ce groupe d'éléments et celle des associations actuelles, définies par des espèces caractéristiques. De fait cette comparaison n'est pas aisée car elle supposerait la possibilité de détermination de ces *taxa* caractéristiques, ce que nous n'avons pas été en mesure de réaliser dans un très grand nombre de cas. On peut dire cependant que les microflores néogènes et quaternaires n'ont pas révélé qu'*Anabasis aetiioides* ait à cette époque peuplé les surfaces hamadiennes, pas plus que *Withania adpressa* et *Limoniasstrum feei* (un seul pollen rencontré) les éboulis et les pentes des Monts d'Ougarta. Par contre, la représentation des essences caractéristiques d'épandages sablonneux ou d'oueds fonctionnels (temporairement ?) est déjà pressentie et à travers le groupe d'éléments

maintenant considérés comme étant désertiques, on perçoit très clairement leur caractère essentiellement édaphique, plus précisément édapho-climatique. Ceci conduit en effet à insister sur un point essentiel qui se dégage de notre étude : le caractère, de toute évidence méditerranéen, du rythme des précipitations lors des phases de sédimentation au cours de chaque cycle sédimentaire. La permanence de la représentation d'*Ephedra cf. alata* est probablement l'un des critères les plus sûrs permettant de fonder cette idée. Une remarque est frappante, c'est le non-développement d'une forêt-galerie à *Tamarix* le long des oueds : on ne peut que constater la rareté des pollens de cette essence dans les analyses. Notable également, est la non-représentation par leurs pollens d'un plus grand nombre de plantes aquatiques à caractère plus ou moins cosmopolite. A l'affirmation d'une influence méditerranéenne sous laquelle il faut envisager cette région aux différentes époques de sédimentation, d'aucuns pourraient objecter la représentation au Néogène, puis pendant une partie du Quaternaire, d'espèces d'origine tropicale; à ce groupe, il ne faut pas attacher imprudemment, semble-t-il, de déductions d'ordre climatique. Il n'est que de considérer la flore actuelle des Monts d'Ougarta dans laquelle on a vu quatre ou cinq espèces relictuelles d'origine tropicale, vivant dans un milieu d'influence méditerranéenne, grâce à des conditions locales particulières. On est alors autorisé à concevoir, sous un climat moins précaire que l'actuel, un groupe spécifiquement plus diversifié d'éléments d'origine tropicale dont on a toujours justifié la présence à la faveur de biotopes privilégiés. Le facteur thermique a probablement même joué plus d'importance, dans la permanence de ces espèces, que le type du rythme saisonnier des précipitations.

Si l'on dépasse le cadre d'une comparaison avec les groupements sahariens actuels, quelques remarques sont notables quant à la végétation des pentes méridionales des montagnes d'Afrique du Nord. Nous ne reviendrons pas sur la flore strictement tempérée ou méditerranéenne mésophile, mais seulement sur celle des étages inférieurs de végétation actuelle et sur la "steppe méditerranéenne" à alfa et armoise (*Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*). Il est assez remarquable que dans nos analyses figure le plus

souvent *Juniperus oxycedrus* et rarement *Juniperus phoenicea*, tandis que dans la nature actuelle cette seconde espèce est la plus xérophile, celle dont la plasticité écologique est la plus remarquable et dont on a des preuves de la survivance d'un exemplaire, accompagné de *Phyllirea angustifolia*, dans la région de Laghouat; d'abondantes racines d'un genévrier mort d'espèce indéterminée y ont été également trouvées (A. MONJAUZE et coll., 1955).

Quant aux espèces caractéristiques des étages inférieurs actuels, notons que nous n'avons jamais rencontré de pollens du genre *Chamaerops*, pas plus que des genres *Ceratonia*, *Fraxinus* (*F. xanthoxyloides*), comptant actuellement au nombre des espèces ripicoles, même en bordure de la plaine désertique. Par ailleurs, si des pollens de *Stipa tenacissima* avaient participé, même comme des individus allochtones, à quelque microflore, leur taille relativement grande aurait permis de présumer de la représentation de cette espèce steppique : or, il n'en est rien. On peut se demander à quelle époque remonte l'installation de la steppe à alfa mêlée d'armoïse sur les pentes de l'Atlas. Il semblerait que pour les auteurs précédemment cités (A. MONJAUZE et coll., *loc. cit.*), son origine soit relativement récente. Compte tenu des remarques faites relativement à la flore forestière atlasique, à certaines époques du Quaternaire du moins, il paraît certain que la composition et la zonation altitudinales des ceintures forestières furent différentes de ce qu'elles sont actuellement. Les immenses surfaces maintenant occupées par la steppe à alfa devaient être colonisées par un peuplement probablement forestier. On a souvent cité au chapitre IV, la pensée même de plusieurs auteurs évoquant, pour ne parler que de *Pinus halepensis*, une plus large extension de cette espèce au Quaternaire. Des analyses polliniques dans le Sud-tunisien l'ont également prouvé. Ceci reste vrai certainement, pour tout un ensemble d'espèces. Quant à l'alfa, par ailleurs, on doit remarquer qu'aucun pollen n'a été noté, pouvant représenter cette Graminée, dans l'échantillon de boue actuelle de la Saoura, dont la microflore comptait indubitablement des individus allochtones apportés par le Guir qui traverse des régions précisément peuplées d'alfa.

A ces réflexions relatives à la végétation des basses pentes de l'Atlas, doit être liée l'idée d'une contraction des étages de végétation et de modifications de la composition et de la zonation des ceintures forestières, déterminées par un contexte climatique éloigné du contexte actuel.

2) Les points fondamentaux qui ressortent de l'étude palynologique des formations néogènes et quaternaires d'un territoire tout à fait septentrional par rapport à l'immense domaine saharien, sont essentiellement paléoclimatiques et paléofloristiques.

a) Il est apparu au Néogène, puis tout au long du Quaternaire, que les variations climatiques perçues à travers les seules périodes dont on ait des témoins (épisodes de sédimentation), se situent entre des conditions semi-arides et sub-arides parfois très proches de l'aridité. On a insisté au Quaternaire récent, au Saourien puis au Guirien, sur la probabilité d'un contexte plus vraisemblablement sub-aride au moment de la sédimentation, à des périodes précises correspondant aux dépôts étudiés. Ces épisodes semi-arides à sub-arides correspondent à un laps de temps au cours du cycle sédimentaire, dont il est raisonnable de penser qu'il s'inscrit comme une phase de transition entre le maximum pluvial et le maximum d'aridité, ces deux maxima n'ayant laissé aucun témoignage, de quelque ordre que ce soit, lors de chaque cycle sédimentaire. Dans l'hypothèse précédente on doit admettre que les phases pluviales ont été marquées de conditions de pluviosité plus accentuée, que l'on ne sait évaluer numériquement et qui auraient eu pour conséquences un plus large développement d'espèces migrées des régions méditerranéennes ou sub-tropicales. Ainsi sans doute serait-il devenu possible que *Quercus ilex* s'étende jusqu'au coeur du désert lybique (HUME et CRAIG, 1911) et que *Celtis* atteigne Kharga en Egypte (E.W. GARDNER, 1935), régions actuellement hyper-arides, comparables au Tanezrouft. On peut considérer les espèces méditerranéennes s.s. ou celles, sahéliennes, dont on retrouve des pollens au cours des phases de sédimentation, comme relictuelles de ces périodes plus humides. Parmi les espèces d'origine tropicale un petit nombre ont été reconnues comme étant relativement exigeantes du point de vue hydrique. De fait, il n'est pas facile d'interpréter

la présence de leurs pollens au sein de microflores traduisant des conditions semi-arides. Doit-on les envisager comme adaptées à des milieux privilégiés ou faut-il penser que, ces plantes ayant vécu lors des Pluviaux, quelques rarissimes pollens sont restés en place et se sont mêlés à la flore contemporaine des phases de sédimentation ? La question reste soulevée.

Un moyen probablement, de jeter un éclairage sur tous ces problèmes, serait d'étudier la composition des microflores sédimentées dans la partie méridionale du bassin endoréique de la Saoura, où se sont accumulés les dépôts résultant de l'érosion en territoire septentrional.

b) Il faut enfin retenir notre attention sur l'évolution respective des groupes d'éléments d'origines diverses (Tab. XXVII) depuis le Néogène, puis au cours des épisodes de sédimentation, au Quaternaire. Quant au groupe des éléments d'origine tropicale, relativement bien diversifié au Néogène et très particulièrement dans les dépôts les plus anciennement sédimentés à cette époque (Sebkha el Mellah, Qued Trick), il marque un appauvrissement au Quaternaire ancien, bien que deux essences nouvelles apparaissent au Mazzérien, enrichissement auquel il ne faut sûrement pas attacher de signification particulière. Au cours du Quaternaire moyen, le même groupe marque une nette régression (à l'Ougartien du moins), n'apparaît pas au Saourien et ne se manifeste au Guirien qu'à travers des pollens que l'on pense pouvoir rattacher, avec le maximum de certitude, à des essences actuellement adaptées au milieu saharien (*Acacia raddiana* notamment) ou sud-saharien (*Combretum cf. micranthum*, *Cassia* sp), ce qui n'étonne en rien dans le contexte sub-aride envisagé à cette époque. On a vu, d'autre part, le groupe des éléments à caractère méditerranéen s.s. se maintenir jusqu'à l'Ougartien et l'on a considéré que ces trop rares éléments présents au Quaternaire récent, ne devaient être que le fait d'apports ou de remaniements. Le groupe des éléments à caractère tempéré a pris une grande importance dans un petit nombre d'analyses de sédiments qui, par ailleurs, étaient indubitablement empreintes d'apports allochtones. Quelques-uns d'entre eux (*Alnus*, *Ulmus*, Salicacées) n'ont pas été exclus d'une éventuelle flore *in situ*, à certaines époques du moins. On voit enfin persister le groupe toujours dominant des

éléments à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen, présent dès le Néogène et jusqu'à la fin du Quaternaire. Il est marqué en permanence d'une nuance méditerranéenne certaine, que lui confèrent quelques essences plus ou moins régulièrement représentées (*Ombellifères*, *Artemisia* entre autres, ce dernier genre étant actuellement relégué assez au Nord du territoire étudié).

Il paraît extrêmement important que, dès le début de la sédimentation néogène, la région qui vient d'être étudiée, dans la partie septentrionale du désert saharien, recouvre déjà, à travers le contexte semi-aride dont on a proposé l'hypothèse, une individualité certaine par rapport à l'environnement marqué d'une nuance tropicale qui caractérise le Pliocène d'Europe, d'Amérique du Nord ou d'Asie. L'influence tropicale lisible au sein des paléoflores pliocènes des autres continents, le caractère indubitablement tropical des paléoflores soudanaises dans la seconde partie du Tertiaire, est limité, au Nord du Sahara, à un groupe tout de même restreint d'essences plus nettement sahéliennes ou sahélo-soudanaises, dont on a admis qu'elles pourraient s'inscrire dans le contexte d'une association d'origine mésogéenne. Leur persistance doit certainement être envisagée dans des conditions thermiques suffisantes, ce qui est tout à fait concevable dans les Monts d'Ougarta.

Territoire d'influence méditerranéenne dès le Néogène, puis au cours des phases de sédimentation quaternaire, cette région suggère, à travers l'étude palynologique, des conclusions paléoclimatiques que l'on ne peut que noter. Hors d'un contexte plus vaste comprenant la connaissance de nombreuses microflores fossilisées dans les zones également basses du Sahara méridional, elle ne permet pas d'apporter d'argument en faveur de l'une quelconque des hypothèses proposées quant à la paléoclimatologie du Sahara et le processus d'action des Pluviaux sahariens (L. BALOUT, 1952 - J. DUBIEF, 1956 - J. CHAVAILLON, 1964 - G. CONRAD, 1963, 1969). Si une option était possible, il ne faudrait sûrement pas négliger l'orientation plusieurs fois exprimée et dernièrement rappelée par E.M. VAN ZINDEREN BAKKER (1969), repo-

Eléments d'origine tropicale :

Eléments d'origine mésogéenne :

- à caractère tempéré
(quasi totalité des pollens allochtones)
- à caractère méditerranéen s.s.
(allochtones dans certains cas notamment au Quaternaire récent)
- à caractère désertique-subméditerranéen-méditerranéen.

NEOGENE	QUATERNAIRE ANCIEN		QUATERNAIRE MOYEN		QUATERNAIRE RECENT	
	ALDIEN	MAZZERIE	TAOURIRIEN	OUGARTIEN	SAOURIEN	GUIRIEN
++++	+++	+++	+	+		+
+	++++	+		++	++++	+++
++++	++++	++++	+	++++	++	+
+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++

Tableau XXVII.

Tableau récapitulatif, destiné à donner une image schématique de l'importance relative des divers groupes d'éléments représentés par leurs pollens. Au niveau de chaque épisode de sédimentation, on a exprimé l'importance maximale de cette représentation, ne pouvant entrer dans le détail des analyses propres à chacun des sites appartenant à un épisode sédimentaire déterminé.

sant sur des critères de variations thermiques et non seulement pluviométriques. Ce dernier auteur rassemble, dans cette optique, des données paléoclimatiques relatives à l'ensemble de l'Afrique, concernant notamment le Nord de l'Afrique (R.W. HEY, 1963 - G. COUVREUR, 1965 - R. COQUE, 1969), mais pour une période qui ne recouvre cependant que le seul Pléistocène supérieur et l'Holocène. L'auteur propose (*loc. cit.* p. 236) que l'Europe du Sud (selon B. FRENZEL, 1967) et les côtes méditerranéennes aient subi des températures très basses pendant cette période et que le Sahara (s.l.) ait été intégré à ces régions, mais que les phénomènes climatiques y aient été atténués par sa situation latitudinale. Ceci est valable évidemment pendant l'épisode correspondant au Würm (- 90.000 à - 15.000 environ) et donc pour un temps très limité par rapport à l'ensemble du Quaternaire. Le principe de l'hypothèse doit cependant rester envisageable en deçà du Pléistocène supérieur. C'est peut-être là une orientation de recherche future.

Parvenue au terme de ce mémoire, nous insistons sur le caractère hypothétique des données que nous avons proposées pour caractériser, dans l'état actuel de nos moyens d'investigation, les divers épisodes de sédimentation lisibles dans la morphologie du territoire saharien exploré. Nous ne prétendons pas tenir avec certitude la vérité, en ce domaine si complexe qu'est la reconstitution des paléo-environnements. Les déductions que nous avons proposées représentent une étape dans la connaissance du passé d'un secteur d'étendue très modeste au regard de la superficie de ce vaste désert. Dans son très bel ouvrage, René GARDI (1970) vient d'exprimer avec l'audace qui peut emporter la foi et l'enthousiasme des seuls Sahariens que "le désert n'est pas désertique", que "le désert n'est pas mort". Nous éprouvons une certaine joie à contribuer maintenant, à côté d'autres chercheurs, à montrer que le désert, pendant un long passé, a été une terre plus "vivante" encore. Cette joie reste mêlée de prudence et d'une inquiétude bien justifiées car notre démarche a été difficile et obscure. On ne tente pas de dévoiler le passé d'un pays actuellement si mystérieux sans que le souci d'une approche, le plus possible rigoureuse, de la vérité, fasse paraître cette vérité à chaque étape plus lointaine et plus insaisissable.

BIBLIOGRAPHIE

PREMIERE PARTIE

GEOLOGIE, CLIMATOLOGIE, OUVRAGES DIVERS

ALIMEN H.

- (1952) Terrains néogènes et quaternaires, in "Les Chaînes d'Ougarta et la Saoura", XIXème Congrès géol. intern., Alger 1952, Monographies régionales, 1ère série, n° 15, pp. 85-102, 9 fig., 2 pl.
- (1954 a) Problèmes chronologiques du Quaternaire africain. Centre Etudes et Docum. Paléont., Paris, Bull. trim. d'inform., n° 23, mai 1954, pp. 2-9.
- (1954 b) Colorimétrie de sédiments quaternaires et paléoclimats. Bull. Soc. Géol. Fr., 6, IV, 609-619, 3 fig.
- (1955 a) Préhistoire de l'Afrique, Paris, Bouée édit., 578 p., 155 fig., 28 pl., 11 tabl.
- (1955 b) Découverte de nouveaux dépôts et d'industries préhistoriques en couche dans les alluvions quaternaires de la Saoura (Sahara Occidental). C.R. Acad. Sci., t. 240, pp. 1652-1654.
- (1955 c) Présence d'Acheuléen dans les alluvions de l'oued Saoura, chronologie quaternaire du Sahara nord-occidental. Bull. Soc. préhist. fr., t. LII, pp. 480-492, 7 fig.
- (1956 a) Chronologie du Paléolithique ancien au Sahara nord-occidental. C.R. Acad. Sci., t. 242, pp 2023-2025.
- (1956 b) Fouilles dans les alluvions à Paléolithique ancien de la région de Kerzaz (Sahara occidental). Premiers aperçus. Bull. Soc. préhist. fr., t. LIII, pp. 648-655, 2 fig., 1 pl.
- (1956 c) Quelques aspects de la Préhistoire saharienne. Scientia, 3ème série, t. L, 6 p.
- (1957 a) Chronologie préhistorique du Sahara. IIIème Congr. panafri- cain de Préhist., Livingstone, 1955, pp 80-85, 2 fig.
- (1957 b) Tertiaire et Villafranchien au Sahara nord-occidental. C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., pp. 238-240.

- (1957 c) Sables quaternaires du Sahara nord-occidental (Saoura-Ougarta). Avec la collaboration de D. DOUDOUX-FENET, J. FERRERE, M. PALAU-CADOUX. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Bull. n° 15, 207 p., 89 fig., 11 tabl., 8 pl.
- (1957 d) Climatic terraces of the pluvial-arid type of the Sahara. INQUA Madrid-Barcelone, 1957, résumés des communications, pp. 7-8.
- (1958) Le Sahara préhistorique. Rivières et Forêts, Paris, Cahier n° 9-10 : le Sahara au service de l'Homme, 1er trim. 1958, pp. 7-12, 7 fig.
- (1960 a) Découverte d'un atelier de l'Acheuléen supérieur, en place, à la limite du 2ème Pluvial et du 3ème Pluvial, dans les Monts d'Ougarta (Sahara occidental). Bull. Soc. préhist. Fr., pp. 421-423, 1 pl.
- (1960 b) Rôle de la Recherche préhistorique dans la connaissance de l'Homme. Rev. de l'Enseign. Supér., Paris, n° 1, pp 76-84, 7 fig.
- (1961) Subdivisions du Quaternaire au Sahara nord-occidental. INQUA, Varsovie, tableau ronéotypé. Trav. de la Comm. pour la nomenclature et la corrélation du Pléistocène.
- (1962) Quaternaire de France. in "Quaternary", vol. II, Interscience Publishers, New York, pp 80-238.
- (1963) Enclumes (percuteurs dormants) associées à l'Acheuléen supérieur de l'Ougartien (oued Farès, Sahara occidental). Bull. Soc. préhist. Fr., t. LX, pp 43-47, 1 fig., 2 pl. h.t.

ALIMEN H. et CHAVAILLON J.

- (1956 a) Industrie acheuléenne in situ de l'Oued Farès, dans les Monts d'Ougarta (Sahara occidental). Bull. Soc. préhist. Fr., t.LIII, pp. 202-214, 6 fig.
- (1956 b) La technique levalloisienne au Sahara nord-occidental. Sa durée, son évolution. Bull. Soc. préhist. Fr., t.LIII, pp. 344-351, 3 fig.
- (1959) Découverte de "Pebble-Culture" in situ au Sahara nord-occidental. Son âge et son évolution. C.R. Acad. Sci. t. 248, pp 2894-2896, 1 fig.
- (1960) Présentation de "galets aménagés" des niveaux successifs du Quaternaire ancien de la Saoura (Sahara). Bull. Soc. préhist. Fr. t. LVII, pp.373-374.
- (1962) Position stratigraphique et évolution de la "Pebble-Culture" au Sahara nord-occidental. Actes du IVème Congr. panafricain de Préhistoire, Léopoldville, 1959, Section III, pp. 3-24, 3 fig., 1 pl.

ALIMEN H.

- (1968) Chronologie des formations contenant les industries acheuléennes dites de "Tabelbala-Tachenghit" (Sahara nord-occidental) C.R. Acad. Sci., t. 267, pp. 839-842.

ALIMEN H., BEUCHER F. et CONRAD G.

- (1966) Chronologie du dernier cycle Pluvial-Aride au Sahara nord-occidental. C.R. Acad. Sci., t. 263, pp. 5-8.

ALIMEN H., BEUCHER F., LHOE H.

- (1968) Les gisements néolithiques de Tan Tartaït et d'I-n-Itinen, Tassili-n- Ajjer (Sahara central). Bull. Soc. Préhist. Fr., LXV, n° 1, pp. 421-458.

ALIMEN H., CHAVAILLON J. et CONRAD G.

- (1959) Formations arides et paléosols quaternaires au Sahara nord-occidental. C.R. somm. Soc. Géol. Fr., pp. 104-105, bibliogr.

ALIMEN H., CHAVAILLON J. et DUPLAIX S.

- (1964) Les minéraux lourds du Quaternaire du Sahara nord-occidental. mém. Centre Rech. Sahariennes, série géologie n° 4 (1962), 64 p., 22 fig., V pl., tabl.

ALIMEN H., CHAVAILLON J. et MARGAT G.

- (1959) Contribution à la chronologie préhistorique africaine. Essai de corrélation entre les dépôts quaternaires du bassin du Guir-Saoura (Sahara) et du bassin du Tafilalt (Maroc). Congr. préhist. Fr., Monaco 1959.

ALIMEN H., BEUCHER Fr., CASTA L., EHRLICH A. (

- (1971) Sédiments quaternaires à Diatomées du Sahara nord-occidental. Bull. Soc. Géol. Fr., à paraître.

ARAMBOURG C.

- (1948) Observations sur le Quaternaire de la région du Hoggar. Trav. Inst. Rech. Sahariennes, t. V, pp. 7-18, 1 carte.
- (1969) Les corrélations paléontologiques et chronologiques entre le Pléistocène de l'Europe et celui de l'Afrique. Bull. Soc. Géol. Fr., 7, XI, pp 106-115, 4 fig.

ARAMBOURG C. et BALOUT L.

- (1955) L'ancien lac de Tihodaïne et ses gisements préhistoriques. Actes Congr. panafricain Préhist., IIème session, Alger 1952, pp. 281-292.

BALOUT L.

- (1952) Pluviaux interglaciaires et Préhistoire saharienne. Trav. Inst. Rech. Sahariennes, t. VIII, pp 9-21.
- (1955) Préhistoire de l'Afrique du Nord. Gouvernement général de l'Algérie, serv. des Antiquités, Alger; Arts et Métiers Graphiques, Paris, 1 vol., in 4°, 544 p., 29 fig., 72 pl. h.t.

BAYLE des HERMENS R.

- (1965) Datages par la méthode du C 14 des formations géologiques et des gisements préhistoriques d'Afrique du Nord et du Sahara. Libyca, t. XIII, p. 367.

BELLAIR P. et JAUZEIN A.

- (1952) La dernière récurrence humide dans le Grand Erg oriental. Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie, t. V, pp. 176-180, 1 fig. 3 pl.

BERNARD E.-A.

- (1959) Les climats d'insolation des latitudes tropicales au Quaternaire. Théorie astronomique des Pluviaux et Interpluviaux africains. Acad. Sci. colon., Bull. des séances, Belgique, 5, n° 2, pp. 344-364.
- (1962) Interprétation astronomique des pluviaux et interpluviaux du Quaternaire africain. Actes du VIème Congr. panafricain de Préhist. et de l'Etude du Quat., Léopoldville, 1959, section I, pp. 67-95, 4 fig., 4 tabl.

BEUCHER Fr. et CONRAD G.

- (1963) L'âge du dernier Pluvial saharien, Essai sur la flore d'un épisode lacustre. C.R. Acad. Sci., t. 256, pp. 4465-4468.

BIROT P., CAPOT-REY R. et DRESCH J.

- (1955) Recherches morphologiques dans le Sahara central. Trav. Inst. Rech. sah., t. XIII, pp. 13-75, 13 fig., 1 carte.

BLAUDIN de THE (Cap.)

- (1959) Essai de Bibliographie, du Sahara français et des régions avoisinantes. Organisation commune des régions sahariennes. Service d'information et de documentation, 277 p., 5.832 titres bibliographiques. Index des noms d'Auteurs.

BUTZER K.W.

- (1961) Climatic change in arid regions since the Pliocene, in Arid Zone research, XVII, A History of Land use in arid regions, U.N.E.S.C.O., L. Dudley Stamp, Ed., pp. 31-56, 8 fig., 6 tabl.

CAMPS G.

- (1966) Nouvelles dates données par le Carbone 14 concernant la Préhistoire récente en Algérie (Capsien supérieur et Néolithique).
C.R. des séances Bull. Soc. préhist. Fr., p. 844-88.
- (1969) Amekni : Néolithique ancien du Hoggar, mém. du CRAPE, X, Paris.

CAPOT-REY R.

- (1941) Observations géologiques à la bordure de l'Erg occidental.
Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. XXXII, pp. 47-55.
- (1945) Dry and humid morphology in the Western Erg, Geogr. Rev.,
New York, vol. XXXV, n° 3, pp. 391-407.
- (1951) Une carte de l'indice d'aridité au Sahara français.
Bull. A.G.F., n° 216-217, mars-avril 1951.
- (1952) Les limites du Sahara français. Trav. Inst. Rech. Sah.,
t. VIII, pp. 23-48.
- (1953) Le Sahara français, Paris. Presses Universitaires, 564 p.,
22 fig., 12 pl., 8 pl. h.t., bibliogr.

CHAMPAULT B.

- (1953) L'industrie du Tachenghit. LXXème Congr. Associat. fr. pour
l'Avancement des Sciences, Tunis, 1951, pp. 123-230.
- (1966) Thèse d'Université, soutenue le 17 novembre 1966,
Fac. Lettres, Paris (non publiée).

CHAVAILLON J.

- (1956 a) Formations subordonnées aux sables du Grand Erg occidental,
dans la région de Béni-Abbès-Hassi Fokra. C.R. somm. Soc. Géol.
Fr., pp. 142-145, 1 fig.
- (1956 b) Quaternaire de la vallée du Guir (Sahara nord-occidental).
C.R. somm. Soc. Géol. Fr., pp. 231-233, 1 fig.
- (1960) Précisions apportées à la chronologie quaternaire du Sahara
nord-occidental (subdivisions de l'Ougartien).
C.R. somm. Soc. Géol. Fr., pp. 182-183.
- (1961) Aperçu du Quaternaire de la vallée de l'oued Messaoud.
(Sahara occidental). C.R. Acad. Sci., t. 253, pp. 1714-1716.
- (1957 a) Chronologie du Quaternaire saharien depuis les derniers dépôts
du Paléolithique ancien jusqu'au Néolithique C.R. Acad. Sci.,
t. 244, pp. 1663-1666, 1 fig.
- (1957 b) Présence d'industries acheuléenne, atérienne et néolithique
dans les alluvions du Kheneg et Tlaïa (Sahara nord-occidental).
Bull. Soc. préhist. Fr., t. LIV, pp. 636-644, 4 fig.

- (1962) Rapports stratigraphiques de l'Acheuléen final et de l'Atérien (Sahara nord-occidental). Bull. Soc. préhist. Fr., t. LIX, pp. 440-444, 1 fig.
- (1964) Les formations quaternaires du Sahara nord-occidental. Pub. Centre Rech. sur les Zones Arides, CNRS, Paris, série Géologie n° 5, 393 p., 111 fig., 32 pl., 16 cartes, 1 carte h.t. en couleur. Biblio. exhaustive des travaux antérieurs.

CHAVAILLON J. et N.,

- (1956) Prise de dates pour plusieurs gisements préhistoriques des Monts d'Ougarta. Bull. Soc. préhist. Fr., t. LIII, pp. 243-244.

CHAVAILLON N.,

- (1957) L'Atérien du Kheneg et Tlaïa (Monts d'Ougarta, Sahara occidental). Bull. Soc. préhist. Fr., t. LIV, pp. 645-651, 2 fig.
- (1960) L'Atérien de la Zaouïa el Kebira (Saoura). Bull. Soc. préhist. Fr., t. LVII, pp. 214-222, 3 fig.
- (1962) Mise au point sur l'Atérien au Sahara : ses gisements principaux et sa position stratigraphique. Bull. Soc. préhist. Fr., t. LIX, pp. 511-512.
- (1963) Une industrie post-atérienne dans la vallée de la Saoura. Bull. Soc. préhist. Fr., t. LXI, pp. 84-104, 5 fig.

CHOUBERT G.,

- (1941) Sur les déformations de la surface hamadienne et sur les mouvements atlasiques récents dans l'Anti-Atlas. C.R. Acad. Sci., t. 213, pp. 586-588.
- (1946) Sur l'influence des Pluviaux sur le creusement et le comblement fluviatile pendant le Quaternaire. C.R. Acad. Sci., t. 223, pp. 810-812.

CHUDEAU R.,

- (1921) Les changements de climat du Sahara pendant le Quaternaire. C.R. Acad. Sci., t. 172, pp. 604-607.

CLARK J.D.,

- (1967) Atlas of African Prehistory. The University of Chicago Press, Chicago and London.

COETZEE J.A. et VAN ZINDEREN BAKKER E.M.,

- (1967) Climatic changes and the stratigraphy of the Upper Quaternary in Africa. VIIème Congr. Panafricain de Préhistoire et de l'Etude du Quaternaire. Dakar.

CONRAD G.

- (1959) Observations préliminaires sur la sédimentation dans les daïas de la Hamada du Guir. Bull. Soc. Géol. Fr., 7, t. L, pp. 156-162 2 fig.
- (1963) Synchronisme du dernier Pluvial dans le Sahara septentrional et le Sahara méridional. C.R. Acad. Sci., t. 253, n° 17, pp. 2506-2509.
- (1969)
L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien (Saoura, Erg Chech, Tanezrouft, Ahnet-Mouydir). Publ. Centre rech. sur les Zones Arides, CNRS, série Géologie, n° 10, 527 p., 248 fig., et tabl., 11 pl. h.t., 6 cartes h.t. en couleur.

CONRAD G.

- (1970) Altérations et morphogénèse dans les régions émergées du Nord de la plateforme saharienne pendant le Secondaire et le début du Tertiaire. C.R. som. Soc. géol. Fr., pp. 146-147.

CONRAD G. et CONRAD J.

- (1965) Précisions stratigraphiques sur les dépôts holocènes du Sahara occidental grâce à la géochronologie absolue. C.R. somm. Soc. géol. Fr., fasc. 7, pp. 234-236.

CONRAD G. et GEZE B.

- (1965) Les grands traits morphologiques récents dans les Monts d'Ougarta (Sahara nord-occidental). C.R. Acad. Sci., t. 261, pp. 4781-4784.

CONRAD G. et ROCHE M.A.

- (1965) Etude stratigraphique et hydrogéologique de l'extrémité méridionale de la Hamada du Guir. Bull. Soc. géol. Fr., t. VII, pp. 695-712.

CONRAD G., FONTES J. Ch., LETOLLE R. et ROCHE M.

- (1966) Etude isotopique de l'oxygène des eaux de la région de la Haute Saoura (Sahara nord-occidental). C.R. Acad. Sci., t. 262, pp. 1058-1061.

COQUE R.

- (1969) Recherches sur la géomorphologie et la géologie du Quaternaire de l'Afrique aride.
In E.M. VAN ZINDEREN BAKKER, Palaeoecology of Africa IV, Balkema, Cape Town.

COUVREUR G.

- (1965) Periglacial formations in the Central High Atlas of Morocco.
Abstr. Int. Ass. Quaternary Res., VII Int. Congr. : 79.

DELEAU P.,

- (1947) Le Guir et la Saoura, cours d'eau du Sahara oranais. La Nature,
15 mars 1947, n° 3132, pp. 89-92.

DELIBRIAS G. et DUTIL P.

- (1966) Formations calcaires lacustres du Quaternaire supérieur dans
le massif central saharien (Hoggar) et datations absolues.
C.R. Acad. Sci., t. 262, série D, n° 1, pp. 55-58 v.

DELIBRIAS G. et HUGOT H.J.

- (1962) Datation par la méthode dite du "C 14" du Néolithique de
l'Adrar Bous (Ténéréen). Missions Berliet "Ténéré Tchad"
travaux scient., pp. 71-72.

DELIBRIAS G., HUGOT H.J. et QUEZEL P.

- (1957) Trois datations de sédiments sahariens récents par la radio-
Carbone. Lybica, t. V, pp. 267-270.

DRESCH J.

- (1953) Morphologie de la chaîne d'Ougarta. Trav. Inst. Rech. Sahar.,
t. IX, pp. 25-38, carte, photos.
- (1960) Les changements de climat et les mouvements du sol en Afrique du
Nord au cours du Plio-Quaternaire. Inform. géogr., XXIV, n° 3,
pp. 107-113.

DUBIEF J. et QUENEY P.

- (1935) Les grands traits du climat du Sahara algérien.
La Météorologie, n° 119, pp. 80-91.

DUBIEF J.

- (1942) Les vents de sables dans le Sahara algérien. C.R. Acad. Sci.,
t. 215, pp. 374-376.
- (1943) Les vents de sables dans le Sahara français. Trav. Inst. Rech.
sahar., t. III, pp. 11-31.
- (1951) Alizés, harmattan et vents étésiens. Trav. Inst. Rech. sahar.
t. VII, pp. 187-189.
- (1952) Le vent et le déplacement du sable au Sahara. Trav. Inst. Rech.
sahar., t. VIII, pp. 123-164, 9 fig., 3 cartes, 7 tabl.

- (1953 a) Les vents de sable dans le Sahara français. Colloque internat. du C.N.R.S., Alger, mars 1951, XXXV, pp. 45-70.
- (1953 b) Ruissellement superficiel au Sahara. Colloque internat. du C.N.R.S., Alger, mars 1951, XXXV, pp. 303-314.
- (1956) Note sur l'évolution du climat saharien au cours des derniers millénaires. Actes du IVème Congr. internat. du Quatern., Rome-Pise, 1953, t. II, pp. 848-851.

DUBOIS-PAGE N.

- (1963) Etude géomorphologique de la bordure méridionale de la Hamada du Guir, ses prolongements possibles vers le Sud.
Diplôme de l'Ecole pratique des Hautes Etudes. Exempleaire ronéotypé. Lab. Géol. du Quat., C.N.R.S., Bellevue.

EMBERGER L.

- (1955) Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool. Fac. Sci., Montpellier, n° 7, pp. 3-43.

EMBERGER L., GAUSSEN H., KASSAS, de PHILIPPIS,

- (1962) Carte bioclimatique de la région méditerranéenne. Publication F.A.O. U.N.E.S.C.O.

FAURE H.

- (1966) Evolution des grands lacs sahariens à l'Holocène. Quaternaria, VIII, pp. 167-175.
- (1967) Une importante période humide du Quaternaire supérieur du Sahara. Bull. IFAN, T. XXIX, sér. A., n° 2, pp. 851-852.
- (1969) Lacs quaternaires du Sahara. Mitt. Internat. Verein. Limnol., Stuttgart, n° 7, pp. 131-146.

FLAMAND G.B.M.

- (1896 a) Mission au Gourara et dans le Sahara oranais : oued R'arbi, zone d'épandage, Grand Erg et Meguidem. Rapport inédit : Arch. Gouvernement Général de l'Algérie.
- (1896 b) Note sur la géologie du Sahara Nord-occidental. Bull. Soc. géol. Fr., 3ème série, t. XXIV, pp. 891-893.
- (1911) Recherches géologiques et géographiques sur le "Haut pays de l'Oranie et sur le Sahara" (Algérie et Territoires du Sud). Thèse, Lyon, 1 vol. in 4°, Missions du Ministère de l'I.P. et du Gouvernement Général de l'Algérie, Service géologique.

FLOHN H.

- (1966) Warum ist die Sahara trocken ?
Z. Met. 17, pp. 316-230.

FRENZEL B.

- (1967) Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters.
Friedr. Vieweg and Sohr, Braunschweig.

FURON R.

- (1948) Notes de paléoclimatologie africaine, C.R. Séances Soc. Biogéogr. t. 25, n° 214, pp. 40-45.
(1957) Le Sahara. Géologie. Ressources minérales. Mise en valeur.
Paris, Payot éd., 300 p., 22 fig.
(1959) La Paléogéographie. Essai sur l'évolution des continents et des océans. Ed. Payot, 405 p., 76 fig., 12 pl. h.t.
(1960) Géologie de l'Afrique, Paris, Payot éd., 2ème édit. 400 p., 32 fig.

GARDI R.

- (1970) Sahara. Ed. Sequoia, Paris-Bruxelles.

GLANCEAUD L.

- (1956) Corrélation chronologique des phénomènes géodynamiques dans les Alpes, l'Apennin et l'Atlas nord-africain. Bull. Soc. Géol. Fr., t. 6, pp. 867-891.
(1957) Essai de classification géodynamique des chaînes et des phénomènes orogéniques. Rev. Géogr. phys. et Géol. dynam., V.1, fasc. 4, pp. 200-220.

HEINZELEIN J. de

- (1967) Geological History of the Nile Valley in Nubia, p. 1-55,
in F. WENDORF, the prehistory of Nubia. South Methodist univ. Press, Dallas, U.S.A.

HEY R.W.

- (1963) Pleistocene Screens in Cyrenaica (Libya)
Eiszeitalter Gegenw., 14, pp. 77-89.

HINDERMEYER J.

- (1950) Observations géologiques dans les Hamadas au Sud de Bou-Denib.
Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 76, Rabat, t. 3, pp. 105-139,
8 fig., 1 pl., 1 carte h.t.

HOWELL F. Clark and BOURLIERE Fr.

- (1963) African ecology and human evolution. Ed. Aldine Publishing Company, Chicago. U.S.A. 666 p.

JALU R.

- (1965) Note sur le déclenchement des dépressions tropicales sahariennes. La Météorologie, Paris, n° 78, pp. 113-128, 8 fig.

JODOT P.

- (1955) Les subdivisions du Pliocène dans le Nord de l'Algérie (Algérie-Maroc), d'après les faunes de Mollusques continentaux. Notes et Mém. Serv. géol. du Maroc, n° 126, 122 p., 1 tabl., 9 pl. h.t.

JODOT P. et LAVOCAT R.

- (1950) Sur la faune de Gastéropodes des terrains de couverture de la hamada du Drâa, C.R. somm. Soc. géol. Fr., pp. 297-299.

JOLY F.

- (1962) Etudes sur le relief du Sud-Est marocain. Thèse. Trav. Inst. scient. chérifien, série Géologie et Géographie physique, n° 10, Rabat, 578 p., 16 pl. h.t., 96 fig. et cartes.
1 carte h.t.

JOLY F., GUINET Ph., POUEYTO A., SAUVAGE Ch., PANOUSE J.B., VACHON M., KOCHER L., REYMOND A.,

- (1954) Les Hamada sud-marocaines. Trav. Inst. scientif. chérifien, Tanger, 289 p., fig. XIV pl., 1 carte.

LAVOCAT R.

- (1948) Sur l'existence de plissements affectant les terrains récents de la Hamada du Guir. C.R. somm. Soc. géol. Fr., pp. 134-135.
(1949) Quelques observations dans les hamadas du Sud-marocain. C.R. somm. Soc. géol. Fr., p. 158, 159.
(1950) Sur l'âge de la Hamada du Drâa. C.R. somm. Soc. géol. Fr., pp. 141-142.
(1954 a) Vue d'ensemble sur la géologie et la paléontologie des Hamadas du Guir et du Drâa. C.R. XIXème Congr., géol. internat., Alger 1952, fasc. XV, pp. 59-63.
(1954 b) Reconnaissance géologique dans les hamadas des confins algéro-marocains du Sud. Notes et Mém. Serv. géol. Maroc, n° 116, 1 vol., 148 p., 27 fig., 5 pl. h.t., 10 pl. et 20 cartes.

MARGAT J. - Cf. Alimen H., Joly F.

(1959)

MATEU J.

- (1967) Nouvelles datations du Néolithique au Sahara algérien par la méthode du C 14. - Colloque sur le Néolithique, Les Eyzies (Dordogne), 1967.

MEIGS P.

- (1952) La répartition mondiale des zones climatiques arides et semi-arides, 1 carte en couleur, in l'Hydrologie de la zone aride, U.N.E.S.C.O.

MENCHIKOFF N.

- (1930) Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., VII, 139 p.
- (1936) Etudes géologiques sur les confins algéro-marocains du Sud. Bull. Soc. géol. Fr., 5, t. VI, pp. 131-148.
- (1952) Introduction : aperçu géologique, in "Les chaînes d'Ougarta et la Saoura", XIXème Congr. géol. internat., Alger, 1952, Monographies régionales, Ière série, n° 15, pp. 16-22, 1 fig.
- (1957) Les grandes lignes de la géologie saharienne. Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., pp. 37-45, 1 fig.

MEYENDORF A.

- (1938-1939) Carnets de route, notes et cartes manuscrites.

MONOD Th.

- (1950) Autour du problème du dessèchement africain. Bull. I.F.A.N., t. 12, pp. 514-523.
- (1961) The late Tertiary and Pleistocene in the Sahara and Adjacent southerly regions, with implications for primate and human distributions. Symposium n° 15, "African Ecology and Human evolution", July 9-22, 1961, Wenner-Gren Foundation for anthropological Research, 156 p., tabl., fig.

ROENON P.

- (1967) Le massif de l'Atakor et ses bordurés (Sahara central). Etude géomorphologique. Ed. du C.N.R.S. Centre de Rech. sur les Zones Arides, Paris, 560 p., 32 pl., 148 fig., 11 cartes en coul. h.t.

SCHOELLER H.

- (1945 a) Le Quaternaire de la Saoura et du Grand Erg Occidental.
Trav. Inst. Rech. Sahar. t. III, pp. 57-71, 2 fig.

TRICART J.

- (1956) Tentative de corrélation des périodes pluviales africaines et des périodes glaciaires. C.R. somm. Soc. géol. Fr., pp. 164-167.
1966) Paleo climats et terrasses quaternaires.
C.R. som. Soc. Géol. Fr., pp. 202-203.

VANNEY J.R.

- (1960) Pluie et crue dans le Sahara nord-occidental (mars 1959).
Inst. Rech. sahar., Alger, Monographies régionales, n° 4,
118 p., 24 fig., VII tabl., 10 pl. photos.

VAN ZINDEREN BAKKER E.M.

- (1967) Upper Pleistocene and Holocene stratigraphy and ecology on the basis of vegetation. Changes in sub-saharan Africa, in "Background to evolution in Africa". Ed. by Walter W. Bishop and J. Desmond Clark, The Wenner-Green foundation.
(1969) Palaeoecology of Africa. IV, travaux 1966-1968, Balkema Cape. Town.
(1969) Intimations on Quaternary palaeoecology of Africa.
Acta Bot. Neerl., 18, (1), pp. 230-239, 2 cartes.

WILLIAMS

- (1970) Piedmont sedimentation and late Quaternary chronology in the Biskra region of the Northern Sahara.
University of Adelaide, Ann. Geomorph., Stuttgart, pp. 40-63.

DEUXIEME PARTIE

BOTANIQUE, PHYTOGEOGRAPHIE, PALYNOLOGIE, PALEOBOTANIQUE.

ALPERN B.

- (1963) Méthode d'extraction des spores des roches du Houiller.
Pollen et Spores, V, 1, pp. 169-178.

ARAMBOURG G., ARENES J. et DEPAPE G.

- (1953) Contribution à l'étude des flores fossiles de l'Afrique du Nord.
Arch. Mus. Nat. Hist. Nat., sér. 7, t. II, 85 p., 7 tabl.,
6 pl. photo.

AUBERT J., CHARPIN H. et CHARPIN J.,

- (1959) Etude palynologique de quelques Oléacées de Provence.
Pollen et Spores, I, 1, pp. 7-13, 1 pl.

AUBERT J., CHARPIN H., CHARPIN J. et HEYDACKER F.,

- (1962) Morphologie des pollens de quelques plantains de Provence.
Pollen et Spores, IV, n° 2, pp. 273-282, 4 pl.

AUBREVEILLE A.

- (1949 a) Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale.
Paris, 351 p., fig. et cartes.
(1949 b) Contribution à la paléohistoire des forêts de l'Afrique
tropicale. Paris, 99 p., 2 cartes.
(1950) Flore forestière soudano-guinéenne. Paris, 523 p., 40 cartes,
115 pl.
(1962) Savanisation tropicale et glaciations quaternaires.
Adansonia, t. 2, 1, pp. 16-84.
(1970) La flore tropicale tertiaire du Sahara.
Adansonia, t. 10, 1, pp. 9-14.

AYTUG B.

- (1961) Etude des pollens du genre Cèdre (Cedrus LINK). Pollen et Spores,
III, 1, pp. 47-54, 2 fig., 1 pl.

BENICHO A.

- (1962) Recherches critiques sur l'olivier de Laperrine.
Mém. Inst. Rech. Sah., n° 6, 14 pl., pp. 3-55.

BERHAUT J.

- (1967) Flore du Sénégal (2ème éd.). Edit. Clairafrique, Dakar, 485 p., photos coul.

BERTRAND L.

- (1964) cf. VAN CAMPO M., BERTRAND L., BRONKERS F., de KEYSER B., GUINET Ph., ROLAND-HEYDACKER F., 1964.

BEUCHER F.

- (1963) Flores quaternaires au Sahara nord-occidental, d'après l'analyse pollinique de sédiments prélevés à Hassi Zguilma. (Saoura). C.R. Acad. Sci., t. 286, pp. 2205-2208.
- (1965) Analyse pollinique de sédiments d'âge villafranchien inférieur au Sahara nord-occidental. C.R. Acad. Sci., t. 260, pp. 2559-2562.
- (1966) Une flore d'âge ougartien (seconde partie du Quaternaire moyen) dans les Monts d'Ougarta (Sahara nord-occidental). Rev. paléobot. palynol., Amsterdam, 2, pp. 291-300.
- (1967) Quelques éléments de flore pliocène au Sahara nord-occidental. C.R. Acad. Sci., t. 265, pp. 117-1120.

BEUCHER F. et CONRAD G.

- (1963) L'âge du dernier Pluvial saharien. Essai sur la flore d'un épisode lacustre. C.R. Acad. Sci., t. 256, pp. 4465-4468.
- (1965) cf. ALIMEN H., BEUCHER F., CONRAD G. (1965) (1ère partie de la Bibliographie).
- (1968) cf. ALIMEN H., BEUCHER F. et LHOÏE H., 1968 (1ère Partie de la Bibliographie)
- (1971) cf. ALIMEN H., BEUCHER F., CASTA L., EHRLICH A., 1971 (cf. 1ère partie de la Bibliographie).

BEUG H.J.

- (1961) Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 63 p. 17 fig., 8 tabl.

BHOJ RAJ et SAXENA M.R.

- (1966) Pollen morphology of aquatic angiosperms, Pollen et Spores, VIII, 1, pp. 49-55, 2 pl.

HEYDACKER F.

- (1963) Les types polliniques de la famille des Cistacées. Pollen et Spores, V, 1, pp. 41-49, 3 pl.

BONNEFILLE R.

- (1965) Préliminaire à l'étude des pollens quaternaires du Sahara nord-occidental : les Composées actuelles. Paléobotanique saharienne, édit. C.N.R.S., Paris, pp. 120-184, 29 fig., 12 pl. fotogr.

BOUREAU E.

- (1948) Considération sur une flore ligneuse fossile récoltée dans le Sahara Central. C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., pp. 312-313.
- (1950) Etude paléoxylologique du Sahara (VII), Dadoxylon (Araucarioxylon) chevalieri n. sp., bois fossile du Continental intercalaire de Reggan (Sahara occidental). Bull. Mus. Hist. Nat., 2ème sér., t. 22, n° 1, pp. 157-162.
- (1950) Etude paléoxylologique du Sahara (XI), sur un échantillon d'Evodioxylon découvert à l'ouest du Djebel Ben Guenema en Lybie. Bull. Mus. Hist. Nat., t. XXII, n° 6, pp. 797-803.
- (1953) Végétaux fossiles du Sahara français. C.R. somm. Soc. Géol. Fr., n° 12, pp. 207-208.
- (1958 a) Etude paléoxylologique du Sahara (XXIV). Sur le Terminalioxylon fezzanense n. sp., Combrétacée fossile du désert du Calancho. Bull. Mus. Hist. Nat., 2ème série, t. XXX, pp. 321-327.
- (1958 b) Paléobotanique africaine, évolution des flores disparues de l'Afrique nord-équatoriale. Bull. Scient. du Comité des Trav. Historiques et Scient., t. II, pp. 1-64, 8 pl.

BRAUN-BLANQUET J. et MAIRE R.

- (1924) Etudes sur la végétation et la flore marocaines. Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc, n° VIII, 244 p., 5 pl. 1 carte.

BRAUN-BLANQUET J.

- (1949) Premier aperçu phytosociologique du Sahara tunisien. Trav. botan. dédiés à R. Maire. Mém. h.s. Soc. Hist. Nat. Afr. du N., Algèr, 39 p.

BRENAN J.P.

- (1955) Notes on Mimosoideae, Kew Bull. Roy. Bot. Garden. G.B. n° 2, pp. 162-192.

BRENAN J.P.M.

- (1959) Flora of Tropical East Africa (Leguminosae, Subfamily Mimosoideae) London.

BRONCKERS F.

- (1967) Palynologie africaine. VII, Bull. I.F.A.N., t. XXIX, sér. A, n° 2, pp. 471 et suiv., pl. 127 à 150.

BROWN C.A.

- (1960) Palynological techniques. Library of Congress, Baton Rouge L.A., éd. C.A. Brown, Louisiana State Univ.

BRUNEAU de MIRE P., GILLET H., QUEZEL P.

- (1957) A propos de quelques vestiges d'une flore montagnarde africaine sur les sommets de l'Aïr et du Tibesti, Journ. d'Agr. et de Bot. Appl. IV, n° 3-4, pp. 153-156.

BRUNEAU DE MIRE Ph. et QUEZEL P.

- (1959) Sur quelques aspects de la flore résiduelle du Tibesti : les fumerolles du Toussidé et les lapiaz volcaniques culmineaux de l'Emi Koussi. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord. t. L, pp. 126-145.
- (1961) Remarques taxonomiques et biogéographiques sur la flore des montagnes de la lisière méridionale du Sahara et plus spécialement du Tibesti et du Djebel Marra. Journ. d'Agr. Trop. et de Bot. Appl., VIII, n° 4-5, pp. 110-133, 2 cartes, 2 pl., 5 tabl.

CERCEAU M.T.

- (1959) Clé de détermination d'Ombellifères de France et d'Afrique du Nord, d'après leurs grains de pollen. Pollen et Spores, 1, 2, pp. 145-190, 2 pl.

CERCEAU-LARRIVAL M.T.

- (1962) Le pollen d'Ombellifères méditerranéennes I. Echinophoreae - II. Tordylieae - DRUDE. Pollen et Spores, IV, n° 1, pp. 95-104, 2 pl.
- (1962) Plantules et pollens d'Ombellifères. Leur intérêt systématique et phylogénique. Mém. du Mus. d'Hist. Nat., sér. B, Bot. T. XIV, 166 p., 12 tabl., 26 pl.
- (1965) Le pollen d'Ombellifères méditerranéennes. III. Scandicineae - IV. Dauceae - Pollen et Spores, VII, 1, pp. 25-62.

CHADEFAUD M. et EMBERGER L.

- (1960) Traité de Botanique systématique : T. II fasc. 1 et 2 (les Végétaux Vasculaires), Ed. Masson, Paris, 1.539 p., 1.920 fig.

CHEVALIER A.

- (1932) Les régions botaniques continentales. in "E. de MARTONNE, Traité de Géographie physique, III, Biogéographie", Paris, pp. 1281-1332, fig. 446-451.

COETZEE J.A.

- (1955) The morphology of Acacia pollen - South Africa Journal of Science, Bloemfontein, pp. 23-27, 4 fig.

COHEN J.

- (1970) cf. J. MALEY, J. COHEN, H. FAVRE, P. ROGNON, J.P. VINCENT (1970)

COPPENS Y., KOENIGUER J.C.

- (1967) Sur les flores ligneuses disparues Plio-Quaternaires du Tchad et du Niger. C.R. Acad. Sci., t. 265, pp. 1382-1385.

CORTI R.

- (1942) Flora e vegetazione del Fezzan e della regione di Gat, 505 p., 32 pl., 1 carte Florence.

COUTEAUX M.

Notes sur le prélèvement et la préparation de certains sédiments. Pollen et Spores, IV, 2, pp. 317-322.

DELIBRIAS G., HUGOT H., QUEZEL P.

- (1957) Trois datations de sédiments sahariens récents par le radio-carbone. Libyca, t V, pp. 267-270.

DIELS L.

- (1917) Beiträge zur Flora der Zentral-Sahara und ihrer Pflanzengeographie - Engl. Bot. Jahrb., Beibl. n° 120, vol. 45, pp. 51-155

- (1918) Pflanzengeographie - Berlin und Leipzig.

DIENG M.

- (1962-1965) Contribution à l'étude géologique du Continental terminal du Sénégal (travaux effectués de 1962 à 1965), 2 T, 176 p., 172 fig., 4 pl. photos, 4 pl. et 1 fig. h.t., B.R.G.M.

DRUDE O.

- (1890) Handbuch der Pflanzengeographie - Stuttgart.

DUMAIT P.

- (1962 a) L'action des Ultra-sons sur les pollens. Note préliminaire. Pollen et Spores, IV, 1, pp. 175-180, 5 fig.
- (1962 b) Le vibroséparateur - Pollen et Spores, IV, 2, pp. 311-316, 1 fig.

DUMAIT P., MARCEAU L., DEVIN C., VAN CAMPO M.,

- (1963) Nouvelle méthode de concentration des pollens dans les sédiments pauvres par microflottation. C.R. Acad. Sci., t. 256, pp. 231-233.

DUTIL P., MARTINEZ C., QUEZEL P.

- (1959) Etude pédologique et palynologique d'un profil de formations quaternaires de la daya M'Rara (W. de l'Oued Rhir). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du N., 50 (5-6), pp. 196-203.

EIG A.

- (1931) Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. Etude phytogéographique. Fedde Repert spec. nov. regn. veget., Beiheft 63, pp. 1-200, 17 tabl., 1 carte.

ELHAI H.,

- (1968) Biogéographie - Ed. A. Colin, Paris, 406 p., 70 fig. 38 photos.

EMBERGER D.L.

- (1930) La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gén. de Botanique, t. 42, pp. 641-662 et 705-721.

EMBERGER L.

- (1932) Recherches botaniques et phytogéographiques dans le Grand-Atlas (Massifs du Ghât et du Mgoun). Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc., n° XXXIII, 40 p. 2 pl. h.t.
- (1933) Exploration botanique du Sagho - C.R. Acad. Sci., t. 196, pp. 2020-2021.
- (1934 a) La végétation et la flore du Maroc : aperçu général. in "La Science au Maroc", Casablanca, pp. 149-181.
- (1934 b) La végétation du massif des Seksaoua - C.R. Acad. Sci., t. 198, pp. 968-970.
- (1936) Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. Soc. Bot. Suisse, Volume du Jubilé Rüdel (1936), Vol. 46, pp. 615-631, 5 fig., 1 carte.

- (1938 a) La définition phytogéographique du climat désertique.
in "La vie dans la région désertique nord-tropicale de
l'Ancien Monde". Mém. Soc. Biogéogr., VI, pp. 9-14.
- (1938 b) Contribution à la connaissance des Cèdres et en particulier
du Deodar et du Cèdre de l'Atlas. Rev. de Bot. Appl. et
d'Agr. trop. Bull. 198, pp. 77-92, 1 fig.
- (1939) Aperçu général sur la végétation du Maroc. Mém. h.s. Soc. Sc.
Nat. du Maroc. 157 p., 5 fig., 11 pl. photo, 1 carte col.
h.t., Berne.
- (1955) Une classification biogéographique des climats.
Trav. Inst. Bot. Montpellier, fasc. 7, pp. 3-43.

EMBERGER L.

- (1962) Comment comprendre le territoire phytogéographique méditer-
ranéen français et la position "systématique" de celui-ci.
Naturalia monspeliensis, Fasc. 14, pp. 47-54.
- (1968) Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux
vivants. Ed. Masson, Paris, pp. 1-758, 743 fig.

EMBERGER L. et MAIRE R.

- (1934) Tableau phytogéographique du Maroc.
Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc, N° XXXVIII, 187 p., 16 fig.,
16 pl. h.t.
- (1941) Catalogue des plantes du Maroc, t. IV, suppl. au catalogue de
JAHANDIEZ et MAIRE, 300 p. environ, Alger.

EMBERGER L. et SABETI H.

- (1963) Forêts denses intertropicales et forêts caspiennes humides.
Naturalia monspeliensis, Bot., 14, pp. 55-62.

ENGLER A.

- (1899) Die Entwicklung der Pflanzengeographie in den letzten hundert
Jahren. A. v. Humboldt - Centenarschfiet, Berlin.
- (1910) Die Pflanzenwelt Afrikas - Bd. I, 1 und 2. Heft, Leipzig.

ERDTLAN G.

- (1943) An introduction to pollen analysis. Ronald Press Company,
New-York, 239 p., 15 fig., 28 pl.

ERDTMAN G.

- (1957) Pollen and spore morphology. Plant taxonomy.
Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. (Illustrations)
(An Introduction to palynology II). Almqvist and Wiksell,
Stockholm, 151 p., 265 fig., 5 pl. photo.

ERDTMAN G., BERGLUND B. et PRAGLOWSKI J.

- (1961) An introduction to a Scandinavian Pollen Flora. Grana Palyn., II, 3, pp. 3-92, 74 pl. photos.
- (1965) Pollen and spore morphology. Plant taxonomy. Gymnospermae, Bryophyta (Text) (An Introduction to Palynology III), Almqvist and Wiksell. Stockholm, 191 p., 28 fig., 24 pl. photo.
- (1966) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (An Introduction to Palynology I) - Hafner publishing company. New-York, 551 p., 261 fig., 1 pl. photo coul. h.t.
- (1969) Hand book of Palynology - Morphology, Taxonomy, Ecology, (An Introduction to the study of pollen grains and spores). Muuksgaard Copenhagen, 486 p., 50 fig., 125 pl., 1 tabl. dépl.

FAEGRI R. et IVERSEN J.

- (1964) Text book of pollen analysis (2ème édition). Muuksgaard, Copenhagen, 237 p., 23 fig., 8 pl.

FAEGRI R. et PIJL L. Van der

- (1966) The principles of Pollination Ecology. Pergamon Press, Paris, 248 p., 51 fig.

FLORIN R.

- (1963) "The distribution of Conifer and taxad genera in Time and Space" Acta horti Bergiani Uppsala, Bd 20, n° 4, pp. 121-312, 68 fig.
- (1966) "The distribution of Conifer and taxed genera in Time and Space". Acta Horti Bergiani, Uppsala, Bd 20, n° 6, p. 319-326, 1 fig.

FOURNIER P.

- (1961) Les quatre flores de France - Ed. Lechevalier, Paris, 1106 p.

GAUSSEN H.

- (1954) Géographie des Plantes (2ème éd.) Ed. Albin Michel, Paris, 223 p., 9 cartes.
- (1949) Les essences forestières et la pluviosité en Tunisie. in "Trav. Bot. dédiés à R. Maire" Soc. Hist. Nat. Afr. du N. Mém. h.t., T.II.

GILLET H.

- (1970) Le peuplement végétal du massif de l'Ennedi.
Mém. Mus. Hist. Nat. Paris. A paraître.

GINDEL I.

- (1968) Some éco-physiological properties of three xerophytes grown in the desert. in "Oecologia plantarum", t. 3, n° 1, 1968, pp. 49-67.

GRISEBACH A.

- (1884) Die vegetation der Erde - Bd. I und II, Leipzig.

GUILLET B. et PLANCHAIS N.

- (1967) Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par une solution dense. Pollen et Spores, XI, 1, pp. 141-146.

GUINET Ph.

- (1954) Carte de la végétation de l'Algérie. Feuille de Béni-Abbès.
(1958) Notice détaillée de la feuille Béni-Abbès (coupure spéciale) in "Bull. Serv. Carte Phytogéogr., sér. A, carte de la végétation, t. III, fasc. 1, Paris.
(1962) Pollens d'Asie tropicale - Inst. Fr. de Pondichery. Trav. Sect. Scient. et Techn. t. V, Fasc. 1, 52 pl.
(1964) Données nouvelles sur le rôle de la morphologie du pollen dans la classification du genre Acacia. C.R. Acad. Sci., t. 258, n° 19, pp. 4823-4825, 3 fig.
(1968) Palynologie africaine VIII. Bull. I.F.A.N., t. XXX, série A, n° 3, Pl. 151 à 166.
(1969) Les Mimosacées. Etude de Palynologie fondamentale, Corrélations, Evolution. Inst. français de Pondichéry, T. IX, 293 p. 26 fig., 30 tabl., 20 pl. fotogr, h.t.

GUINET Ph. et SAUVAGE Ch.

- (1954) Les Hamadas Sud Marocaines. Botanique.
Trav. Inst. Scient. cherif., série gén. n° 2, pp. 75-167, 12 pl., 1 carte.

GUINOCHET M.

- (1951) Contribution à l'étude phytosociologique du Sud tunisien.
Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. 42, pp. 131-158.

GUINOCHET M. et QUEZEL P.

- (1954) Reconnaissance phytosociologique autour du Grand Erg Occidental.
Trav. Inst. Rech. Sahar., t. XII, 11-27.

HEDBERG I. et O.

- (1968) Conservation of vegetation in Africa South of the Sahara.
in "Acta phytogeographica Suecica", Proc. of symp. held at
the 6 th. phenary meeting of the A.E.T.F.A.T., Uppsala 1966.

HERR O.

- (1857) Uber die fossilen Pflanzen von S. Jorge in Madeira.
Nouv. Mém. Soc. Helvet. Sc. Nat., XV

HEYDACKER F.

- (1963) Les types polliniques de la famille des Cistacées.
Pollen et Spores, V, 1, pp. 41-49, 3 pl.

HOROWITZ A.

- (1968) Upper Pleistocène - Holocène climatic and vegetation of the
northern Jordan valley (Israël). Thèse, Hebrew University of
Jerusalem. 137 p. [in Hebrew, English Summary]
(1969) Recent pollen sedimentation in lake Kinnereth, Israël.
Poll. et Sp., XI, n° 2, pp. 353-384.

HOROWITZ A. et BAUM B.

- (1967) The arboreal pollen of Israël. Pollen et Spores,
IX, 1, pp. 71-93, 6 pl.

HUMBERT H.

- (1924) Végétation du Grand-Atlas marocain oriental. Exploration
botanique de l'Ari Ayachi. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord.
t. 15, pp. 147-334.
(1928) Végétation de l'Atlas saharien occidental. Additions à l'étude
botanique de l'Ari Ayachi. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord.,
t. 19, pp. 204-240.

HUTCHINSON J.

- (1946) A botanist in Southern Africa - Londres, XII, 686 p.,
photos, croquis, cartes.
(1964-1969) The families of flowering plants - Vol. I Dicotyledons.
Vol. II, Monocotyledons. Charendon Press, Oxford, 792 p.
450 fig.

HUTCHINSON LLD., DALZIEL M.D.

(1954-1963) Flora of West Tropical Africa.

Vol. I Part I, 1954, pp. 1-295 112 fig.

Vol. II Part II, 1958, pp. 297-828 fig. 113-201

Vol. II 1963 p. 1-544 - 314 fig. Londres

IVERSEN J. et TROELS-SMITH J.

(1950) Pollen morfologiske Definitioner og Typer. Danm. Geol. Unders.,
3, 52 p.

JEAN M. Th. et PONS A.

(1963) Contribution à l'étude palynologique des Cistacées de la flore
de France. Ann. Sc. Nat. Bot. et biol. végét., Ed. Masson,
Paris, 12ème sér., t. IV, fasc. 1, pp. 159-204, 16 pl. photos.

JAHANDIEZ E. et MAIRE R.

(1931-1934) Catalogue des Plantes du Maroc. 3 vol.
913 p. Alger, Paris (Ed. Lechevalier).

JOLEAUD L.

(1938) Histoire de la formation d'un désert : Paléogéographie du
Sahara. in "La vie dans la région désertique nord-tropicale de
l'Ancien Monde. Mém. Soc. Biogéogr., VI, pp. 21-47.

KILIAN Cl.

(1937) Contribution à l'étude écologique des végétaux du Sahara et
du Soudan tropical. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,
n° 28, pp. 12-18, 1 pl.

KOENIGUER J.Cl.

(1965) Sur un bois fossile du Continental terminal du Tinnrhert
(Sahara Central) : Leguminoxylon Schenkii n. sp. C.R. 90ème
Congr. Soc. Sav., II, Nice 1965, pp. 333-345, 3 pl. 2 fig.

(1967) Etude paléoxylologique de la Lybie - I. Sur un bois fossile
de l'Oligocène de Dor El Abd (Syrie) : Bridelioxylon Arnouldii
n. sp. - C.R. 91ème Congr. Nat. Soc. Sav., Rennes 1966,
Sect. Sc., III, Biol. Vég., Biol. Ann., Médecine, pp. 153-164.

(1967) Etude paléoxylologique de la Lybie II. Sur la présence de
Dombeyoxylon Oweni (Carr.) Krausel, 1939, dans le tertiaire
de la Syrie.

C.R. 91ème Congr. Nat. Soc. Sav., Rennes, 1966, Sect. SC.,
III, pp. 164-168.

- (1967) Etude paléoxylologique de la Lybie. III. Sur la présence de Sapindoxylon sp. dans le Tertiaire du Nord du Tibesti, C.R. 91ème Congr. Nat. Soc. Sav., Rennes, 1966, Sect. Sc., III, pp. 169-172.
- (1968) Les structures ligneuses néogènes du Tchad, Comité des travaux historiques et scientifiques du Ministère de l'Education Nationale, Mém. de la section Sciences, Paléobotanique, n° 2, pp. 112-127, 2 pl. photos.

KÖHLER E.

- (1965) Die pollen morphologie der Biovulaten Euphorbiaceae und ihre bedeutung für die Taxonomi - Grana Palyn., VI, 1, pp. 26-120, 9 pl.

KOUPRIAVONA L.A.

- (1948) Morphologie des pollens et phylogénèse des Monocotylédons (en russe). Comm. Komarov. Inst. Acad. Sc.

KUBITZKI K.

- (1965) Palynologica madagassica et mascarenica. Pollen et Spores, VII, 3, pp. 491-506, 4 pl.

KUPRIANOVA L.A.

- (1965) The palynology of the Amentiferae (en russe) The Acad. of Sc. of the U.R.S.S., Moscou, 215 p., 48 pl., 3 schémas.

KREMP G.

- (1965) Morphologic encyclopedia of Palynology - Univ. of Arizona Press, Tucson, 185 p., 40 pl., 322 fig.

LEBRUN J.

- (1947) La végétation de la plaine alluviale au Sud du Lac Edouard. Inst. Parcs Nat. Congo Belge, Explor. ~~Fero~~ national Albert, Mission J. Lebrun (1937-1938), fasc. 1, 800 p., 108 fig., pl. 2 cartes h.t.

LE DU R., SACCADY L.

- (1948) Etude de quelques charbons préhistoriques de la région de Tébessa. Revue Africaine, T. XCII, pp. 111-119, 6 fig.

LE HOUEROU H.N.

Recherche écologique et floristique sur la végétation de la Tunisie méridionale.

I. Les milieux naturels, la végétation.

II. La flore.

Mém. Inst. Rech. Sahar. Alger, 6, 1959, paru en 1962.

LEMEE G.

- (1953) Contribution à la connaissance phytosociologique des confins saharo-marocains. Les associations à Thérophytes des dépressions sableuses et limoneuses non salées et des rocailles aux environs de Béni-Ounif, in "Vegetatio Acta Botanica", t. IV, n° 3, pp. 137-154. 7 fig., 4 tabl.

- (1967) Précis de biogéographie. Paris, éd. Masson.

LEMOIGNE Y.

- (1967) Reconnaissance paléobotanique dans le Sahara occidental (région de Tindouf et Gara Djebilet). Ann. Soc. Géol. Nord de la France, t. LXXXVII, fasc. I, pp 31-38, pl. II et III.

LEREDDE Cl.

- (1957) Etude écologique et phytogéographique du Tassili n'Ajjer. Trav. Inst. Rech. Sah., série du Tassili, t. II, 455 p., 24 pl.

LEROI-GOURHAN A.

- (1958) Résultats de l'analyse pollinique du gisement d'El Guettar (Tunisie). Bull. Soc. Préhist. Fr., t. LV, n° 9, p. 546.

LHOTE H.

- (1964) L'ancienne forêt de Cyprès du Tassili-n-Ajjer (Sahara central). Journ. d'Agr. Trop. et de Bot. Appl., t. XI, n° 4, pp. 84-90.

LOBREAU D., GUERS J., ASSEMIEN P., BOU G., GUINET Ph., POTIER L.

- (1969) Palynologie africaine IX. Bull. I.F.A.N. t. XXXI, sér. A, n° 2, pp. 411 et ss. Pl. 167-190.

LOUVET P.

- (1965) Sur une Combrétacée fossile nouvelle du Tinnert (Algérie). C.R. 89ème Congrès Nat. Soc. Sav., Lyon, 1964. Sect. Sci., pp. 281-301, 4 fig.
- (1965) Sur une nouvelle Légumineuse fossile du Tinnert : Afzelioxylon Kiliani n. gen. n. sp., C.R. 90ème Congr. Nat. Soc. Sav., Nice 1965, II, pp. 317-332, 3 fig., 1 pl. photos.
- (1966-1967) Sur une Méliacée fossile nouvelle du Tertiaire d'Algérie. (Tinnert). C.R. 91ème Congr. Nat. Soc. Sav., Rennes 1966, Sect. Sci. III, Biol. Végétal, Biol. Anim., Méd., Paris. pp. 187-197.

- (1968) Sur deux Légumineuses fossiles nouvelles du Tinnert (Algérie). Comm. Trav. Hist. Sci., 93ème Congr. Nat. Soc. Sav., sect. Sci., t. 04, p. 25.
- (1968) Sur deux Méliacées fossiles du Tinnert. Com. des trav. hist. et scient. Minist. Educ. Nat., Mém. de la sect. des Sci., n° 2 Paléobot., pp. 92-108, 3 pl. photo.

LÖDI W.

- (1950) Beitrag zur Kenntnis der Salix und Artemisia Pollen. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel.

MAIRE R.

- (1916) Végétation des montagnes du Sud-oranais. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. VII, pp. 210-299.
- (1923) Deuxième contribution à l'étude de la flore du Sahara Occidental. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. XIV, pp. 159-160.
- (1924) Etude sur la végétation et la flore du Grand-Atlas et du Moyen-Atlas marocains. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc, n° VII, p.1.
- (1925 a) Troisième contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. XVI, pp. 87-97.
- (1925 b) Notice phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger, 78 p., 1 carte, 30 pl. photos.
- (1927) Quatrième contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. XVIII, pp. 9-11/
- (1933-1940) Etudes sur la flore et la végétation du Sahara Central. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, Mission du Hoggar, II, 1933, 272 p., 22 fig., 36 pl., 2 pl. coul., 2 cartes. Mission du Hoggar, II, 1940.
- (1935) Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental. Florule du Zemmour. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. XXVI, pp. 148-162.
- (1936) Contributions à l'étude de la flore du Sahara occidental. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. XXVI, fasc. 7, pp. 344-383.
- (1938) La flore et la végétation du Sahara occidental. in "La vie dans la région désertique nord-tropicale de l'ancien monde." Mém. Soc. Biogéogr., t. VI, pp. 324-333.
- (1939) Contributions à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. 30, fasc. 27 et 28, pp. 255-314 et 327-370.

(1952-1967) Flore de l'Afrique du Nord. Vol. I à XIII,
Ed. Lechevalier. Paris.

MAIRE R. et EMBERGER L.

(1927) Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographiques du
Maroc : I. Les étages climatiques de végétation. C.R. Acad.
Sc. Paris, t. 186, pp. 1561-1563, 1 carte.

(1928) Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographiques du Maroc :
II. Les régions, domaines et secteurs. C.R. Acad. Sc. Paris,
t. 186, pp. 292-284, 1 carte.

(1932) La végétation de l'Anti-Atlas. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 194,
pp. 232-233, 1 carte.

(1935) La végétation de l'Anti-Atlas occidental. C.R. Acad. Sc. Paris,
t. 200, pp. 1810-1811.

MAIRE R. et MONOD Th.

(1950) Etudes sur la flore et la végétation du Tibesti. Mém. I.F.A.N.,
n° 8, 140 p., 6 pl., tabl., pl. h.t.

MAIRE R. et VOLKONSKY

(1945) Le passage du Sahara central au Sahara méridional entre l'Adrar
des Iforhas et l'Aïr. Trav. Inst. Rech. Sah., Alger, t. 3,
pp. 3-7.

MAIRE R. et WILCZEK E.

(1935) Résultats principaux d'une exploration botanique de l'Anti-Atlas
et du Sahara occidental. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,
t. 26, n° 4, pp. 126-127.

MALEY J.

(1970) Contributions à l'étude du Bassin tchadien.
Atlas de pollens du Tchad.
Bull. Jardin botanique national de Belgique,
40, (1), pp. 29-48, 25 planches h.t.

MARCEAU L.

(1969) Effets sur le pollen des ultrasons de basse fréquence.
Pollen et Spores, t. XI, n° 1, pp. 147-164.

MARCHE-MARCHAD J.

(1965) Le monde végétal en Afrique intertropicale
Ed. de l'Ecole, Paris, 478 p., 582 fig.

MAURIZIO A. et LOUVEAUX J.

- (1960-1964) Pollens de plantes mellifères d'Europe. Pollen et Spores, t. II, n° 2, pp. 159-182, 10 pl., t. III, n° 2, pp. 219-246, 13 pl., t. IV, N° 2 pp. 247-262, 7 pl., t. V, n° 2, pp. 213-230, 3 pl., t. VI, n° 1, pp. 5-43, 19 pl.

MERVILLE M.

- (1965) Le pollen des Sapindacées d'Afrique occidentale. Pollen et Spores, t. VII, n° 3, pp. 465-489, 4 pl.

MONTJAUZE A., FAUREL L et SCHOTTER G.

- (1935) Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrional algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. 46, pp. 206-229, 2 pl.

MONOD Th.

- (1938) Notes botaniques sur le Sahara occidental et ses confins sahéliens. Mém. Soc. Biogéogr., t. 6, pp. 351-374, 3 fig.
- (1938) Remarques générales. in "La vie dans les régions désertiques nord-tropicale de l'Ancien-Monde". Mém. Soc. Biogéogr., t. VI, pp. 375-406.
- (1939) Contribution à l'étude du Sahara occidental. Phanérogames. Ed. Larose, Paris.
- (1943) Sur la présence de graines de Celtis dans le Quaternaire de Mauritanie. Notes africaines, Dakar, n° 18, pp.3-4.
- (1952) Contributions à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes sur l'Adrar (Sahara occidental). Bull. I.F.A.N., t. XIV, n° 2, pp. 405-449.
- (1956) Nomenclature des formations végétales dans les régions arides et semi-arides. Rapp. Réun. Phyt. Yamgambi, ronéo., C.C.T.A.-C.S.A. Afr. (56) 208, pp. 304-319.

MONTEIL V.

- (1953) Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental. II. Inst. Hautes Etudes marocaines. Ed. Larose, Paris.

MONTEIL V. et SAUVAGE Ch.

- (1949) Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental I. Inst. Hautes Etudes Marocaines, notes et documents V., 120 p. Ed. Larose, Paris.

MORET L.

- (1943) Manuel de Paléontologie végétale. Ed. Masson, Paris, 230 p., 86 fig.

NEGRE R.

- (1959) Recherches phytogéographiques sur l'étage de végétation méditerranéen (sous-étage chaud) au Maroc occidental. Trav. Inst. Scient. Chérif., sér. Bot., n° 13, 385 p., 1 atlas cartes.
- (1961-1962) Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Ed. C.N.R.S., Paris, t. I, 413 p., 63 pl., 1 carte dpl
1961, t. II, 566 p., 151 pl., 1 carte dpl., 1962.

MURAT M. et coll.

- (1964) Esquisse phytogéographique du Sahara occidental. Mém. Off. Nat. Anti-Acr., n° 1, p. 1-31, 3 cartes.

OLDFIELD F.

- (1959) The pollen morphology of some of the west European Ericales (avec clé de détermination). Pollen et Spores, t. I, pp. 19-48, 1 fig., 1 tabl., 2 pl.

OZENDA P.

- (1954) Observations sur la végétation d'une région semi-aride : Les Hauts-Plateaux du Sud-Algérois, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. 45, pp. 134-169, 8 fig., 6 pl.
- (1958) Flore du Sahara septentrional et central C.N.R.S. Paris, 486 p., 177 fig., 1 carte, 16 pl. photo.
- (1964) Biogéographie végétale. Ed. Doin, Paris, 374 p., 130 fig. 16 pl. photos, 2 cartes dpl.

PFLUG H.G.

- (1953) Zur Entstehung und Entwicklung des Angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. Palaeontographica, Stuttgart, 95 p., 10 fig., 2 tabl., 10 pl.

PIERRE F.

- (1958) Ecologie et peuplement entomologique des sables vifs du Sahara nord-occidental. Ed. C.N.R.S., Publ. Centr. Rech. Sah. sér. Biol. n° 1, 332 p. 140 fig., 32 tabl., 16 pl. photo.

PITARD C.J.

- Contribution à l'étude du Maroc désertique et du Maroc central. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc., n° VIII, pp. 245-289.

PLANCHAIS N.

- (1962) Le pollen de quelques chênes du domaine méditerranéen occidental. Pollen et Spores, IV, n° 1, pp. 87-93, 1 pl.
- (1964) Le pollen de quelques Papilionacées méditerranéennes. Pollen et Spores, VI, n° 2, pp. 515-526, IV pl.

POKROVSKAIA I.M.

- (1950) Analyse pollinique. (Traduit par E. BOLTENHAGEN), Ann. Serv. Inf. Géol. BRGM, n° 24, 435 p., 17 tabl.

PONS A.

- (1958) Le pollen. "Que sais-je" ? P.U.F., Paris, 125 p., 14 fig.
- (1961) Les aspects biologiques des variations latérales en palynologie stratigraphique. Naturalia monspeliensis, T. 13, pp. 51-58.
- (1964) Contribution palynologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région rhodanienne. Ann. Sc. Nat. Bot., Paris, 12ème série, t. V, pp. 499-722, 22 fig., 7 tabl., 11 pl., 3 pl. microphoto.

PONS A. et QUEZEL P.

- (1956) Premiers résultats de l'analyse palynologique de quelques paléosols sahariens. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 243, pp. 1656-1658.
- (1957) Première étude palynologique de quelques paléosols sahariens. Trav. Inst. Rech. Sah., t. XIV, pp. 15-40, Alger.
- (1958) Premières remarques sur l'étude palynologique d'un guano fossile du Hoggar. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 246, pp. 2290-2292.

PRAGLOWSKI J.R.

- (1962) Notes on the pollen morphology of Sweddish trees and shrubs. Grana Palyn. t. III, n° 2, pp. 45-65, 54 pl.

PUNT W.

- (1962) Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. Wentia, Amsterdam, 7, pp. 1-116, 23 pl.

QUEZEL P.

- (1954) Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. Trav. Inst. Rech. Sah., Monographie régionale, n° 2, pp. 1-164, 14 tabl., 10 pl.

- (1956) Contributions à la flore d'Afrique du Nord : VI. Contributions à l'étude de la flore de la Tefedest (Hoggar). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, t. 47, pp. 131-136.
- (1957) Peuplement végétal des Hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Ed. Lechevalier, Paris, 463 p., 34 tabl., 20 graphiques, 23 cartes, 2 dpl., 32 photos.
- (1958) Mission botanique au Tibesti. Mém. Inst. Rech. Sah., n° 4 28 tabl., 5 schémas, 8 cartes, 30 photos.
- (1960) Flore et palynologie sahariennes. Quelques aspects de leur signification biogéographique et paléoclimatique. Bull. I.F.A.N. sér. A.A.O.F., t. 22, n° 2, pp. 353-360.
- (1963) De l'application de techniques palynologiques à un territoire désertique. Paléoclimatologie du Quaternaire récent au Sahara. in "Colloque U.N.E.S.C.O.", Rome, t. XX.
- (1965 a) La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Ed. Masson, Paris, 333 p., 72 fig., 93 tabl., 15 cartes.
- (1965 b) Contribution à l'étude de l'endémisme chez les Phanérogames sahariens. C.R. som. Soc. Biogéogr., n° 359-361, p. 89-103.

QUEZEL P. et MARTINEZ C.

- (1958) Etude palynologique de deux diatomites du Borkou (Territoire du Tchad A.E.F.). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, n° 49, pp. 230-244.

QUEZEL P. et THEBAULT J.Y.

- (1959) Palynologie et datation du volcanisme récent de l'Ahaggar. Bull. Scient. Econ. B.R.G.M., n° 6, pp. 59-64.

QUEZEL P. et MARTINEZ C.

- (1958-1959) paru en 1960. Le dernier interpluvial au Sahara Central. Essai de chronologie palynologique et paléoclimatique. Libyca, Anthropol. Archéol., préhist., n° 6-7, pp. 211-227, Fig. tabl.

QUEZEL P. et SIMMONNEAU P.

- (1960) Note sur la végétation halophile au Sahara occidental. in "Bull. Counc. of Israel", vol. 8 D.

QUEZEL P. et MARTINEZ C.

- (1962) Premiers résultats de l'analyse de sédiments recueillis au Sahara méridional à l'occasion de la Mission Berliet-Tchad. In "Missions Berliet Ténéré-Tchad", H.J. HUGOT, Ed. Arts et Métiers Graphiques, Paris. pp. 313-327, 4 pl., 2 cartes, tabl.

QUEZEL P. et SANTA S.

- (1962-1963) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. C.N.R.S., Paris, t. I., 565 p., 51 pl.
1 carte dpl., 20 photos., t. II, 610 p., 112 pl., 42 cartes,
20 photos.

RAUNKIAER C.

- (1905) Types biologiques pour la géographie botanique.
Bull. Acad. R. Soc. Dan., Copenhague.

REILLE M.

- (1967) Contribution à l'étude palynologique de la famille des Vitacées. Pollen et Spores, t. IX, n° 2, pp. 279-303, 5 pl.

REY P.

- (1960) Essai de phytocinétique biogéographique. Ed. C.N.R.S., Paris, 399 p., 167 fig., 13 pl. dpl.

ROBERTY G.

- (1956) La végétation de l'Afrique tropicale occidentale (au S. du 16ème parallèle à l'W. du méridien de Greenwich)
24 p.

ROSSIGNOL M.

- (1969) Sédimentation palynologique dans le domaine marin quaternaire de Palestine.
Notes et Mém. sur le Moyen Orient, Mus. Hist. Nat., Paris, t. X, 261 p., 71 fig., 10 tabl., 4 pl. h.t.

SANTA S.

- (1958-1959) paru en 1960. Essai de reconstitution de paysages végétaux quaternaires d'Afrique du Nord.
Libya, Anthropol. Archéol. préhist. Algérie n° 6-7, pp. 37-77, tabl., biblio., (47 réf.).

SAUVAGE Ch.

- (1947) Notes botaniques sur le Zemmour oriental (Mauritanie septentrionale). Mém. Off. Nat. Anti-Acridien, n° 2, pp. 1-46.
(1949) Les reliques de la flore tropicale au Maroc.
Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc, t. XXV-XXVII, pp. 351-409.

- (1949) Nouvelles notes botaniques sur le Zemmour oriental (Mauritanie septentrionale). Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, Trav. Bot. dédiés à R. MAIRE, pp. 279-289, 2 fig.
- (1963) Etages bio-climatiques. Atlas du Maroc. Notices explicatives. Sect. 11, Physique du Globe et Météorologie, 44 p., 1 fig., 4 tabl., 1 graph. h.t., Rabat.

SCHNELL R.

- (1961) Le problème des homologues phytogéographiques entre l'Afrique et l'Amérique tropicales. Mém. Mus. Hist. Nat. série B, Botanique, t. XI, fasc. 2, pp. 137-242, 16 fig., 12 pl., photos.

SELLING O.

- (1947) Studies in Hawaiian pollen statistics. Part II. The pollens of the Hawaiian Phanerogams. Bishop. Mus. Spec. Publ., Göteborg, n° 38, 430 p., 931 fig.

SITTLER C.

- (1955) Méthodes et techniques physico-chimiques de préparation des sédiments en vue de leur analyse pollinique. Rev. Inst. Fr. Pétrole, vol. 10, n° 2, pp. 103-113.

STACHURSKA A.

- (1961) Morphology of the pollen grains of the Juglandaceae. Monographiae Botanicae, vol. XII, pp. 121-172, 13 pl. photos.

STIX E.

- (1960) Pollenmorphologische Untersuchungen an Compositen. Grana Palyn., vol. II, n° 2, pp. 41-104, 21 pl. fotogr.

STRAKA H.

- (1952) Zur Freinmorphologie des Pollens von Salix und von Artemisia. Svensk. Botanisk Tidskrift., Bd. 46, H.2, pp. 204-227, 7 tabl., 2 pl. photos.
- (1966) Palynologica Madagassica et Mascarenica. Pollen et Spores, t. VIII, n° 2, pp. 241-264, 4 pl.

SZYMKIEWICZ D.

- (1937) Troisième contribution à la géographie floristique. Soc. Bot. Pol., t. XIV, n° 3.

THANIKAIMONI G.

- (1966) Contribution à l'étude palynologique des Palmées.
Inst. Fr. de Pondichery, Trav. Sect. Scient. et Techn.,
t. V, fasc. 2, 91 p., 2 tabl., 20 pl.

THOMSON P.W. et PFLUG H.

- (1953) Pollen und Sporen des mittelen-ropaischen Tertiare.
Palaeontographica, Stuttgart, 94 p., 20 fig., 15 pl., 4 tabl.

TITS D.

- (1925) Le Sahara occidental (Contribution phytogéographique)
Bull. Soc. R. Bot. de Belgique, T. 58, fasc. 1, pp. 1-53,
16 fig. pl.

TROCHAIN J.

- (1940) Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal.
Ed. Larose, Paris, 433 p., 45 tabl., 30 pl. photos.
- (1952) Les territoires phytogéographiques de l'Afrique Noire
Française d'après leur pluviométrie. Rech. Trav. Lab. Bot.
Géol. Zool. Fac. Sc. Montpellier., sér. Bot., fasc. 5,
pp. 113-124, 2 fig., tabl.
- (1970) Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire fran-
cophone d'après la trilogie : climat, flore et végétation.
C.R. Soc. Biogéogr., n° 395-403, pp. 139-157.

TROUPIN G.

- (1966) Etude phytocénologique du Parc National de l'Akangera et
du Rwanda Oriental. Recherche d'une méthode appropriée à
la végétation d'Afrique intertropicale.
Publ. Inst. Rech. Scient. Butara., Rep. Rwandaise, n° 2,
pp. 1-293, 28 fig.

VAN CAMPO M.

- (1950) Recherches sur la phylogénie des Abiétinées d'après leurs
grains de pollen. Trav. Lab. Forest. Toulouse, t. 2, sect. I.,
vol. 4, art. 1, 184 p., 60 tabl., 9 fig.
- (1953) Recherches sur la phylogénie des Cupressacées d'après leurs
grains de pollen. Trav. Lab. Fores Toulouse, t. II,
1ère sect., vol. IV, art. 3, 20 p., 4 tabl.
- (1957) Palynologie africaine I. Bull. I.F.A.N., t. XIX,
sér. A, n° 3, p. 659 et ss, pl. 1-24.

- (1958 a) Analyse pollinique des dépôts wurmiens d'El Guettar (Tunisie). Veröff geobot. Inst. Rübel., Zurich, n° 34, pp. 133-135, tabl.
- (1958 b) Palynologie africaine II. Bull. I.F.A.N., t. XX, sér. A, n° 3, p. 753 et ss., pl. 25-48.
- (1964 a) Représentation graphique des spectres polliniques des régions sahariennes. C.R. Acad. Sc., t. 258, pp. 1873-1876.
- (1964 b) Quelques pollens pléistocènes nouveaux pour le Hoggar. C.R. Acad. Sc., t. 258, pp. 1297-1299.

VAN CAMPO M., BERTRAND L., GUINET Ph. et SAMUEL D.

- (1960) Palynologie africaine IV. Bull. I.F.A.N., t. XXII, sér. A, n° 4, p. 1165 et ss., pl. 89 à 104.

VAN CAMPO M. et COQUE R.

- (1960) Palynologie et géomorphologie dans le Sud-Tunisien. Pollen et Spores, vol. 2, n° 2, pp. 275-284, cartes, tabl.

VAN CAMPO M., AYMONTIN G., GUINET Ph. et ROGNON P.

- (1964) Contribution à l'étude du peuplement végétal quaternaire des montagnes sahariennes : l'Atakor. Pollen et Spores, vol. VI, n° 1, pp. 169-194.

VAN CAMPO M., BERTRAND L., BRONCKERS F., de KEYSER B., GUINET Ph. ROLAND-HEYDAKER F.

- (1964) Palynologie africaine, V. Bull. I.F.A.N. t. XXVI, sér. A, n° 4, p. 3 et ss., pl. 105 à 120.

VAN CAMPO M., BRONCKERS F. et GUINET Ph.,

- (1965) Palynologie africaine, VI. Apports de la microscopie électronique à la connaissance de la structure des grains de pollen acétolysés. Bull. I.F.A.N. t. XXVII, sér. A, n° 3, p. 795 et ss., pl. A et B + pl. 121 à 126.

VAN CAMPO M., COHEN J., GUINET Ph. et ROGNON P.

- (1965) Contribution à l'étude du peuplement végétal quaternaire des montagnes sahariennes. II. Flore contemporaine d'un gisement de mammifères tropicaux dans l'Atakor. Pollen et Spores, VII, n° 2, pp. 361-371.

VAN CAMPO M. et ELHAI H.,

- (1956) Etude comparative des pollens de quelques chênes. Application à une tourbière normande. Rev. Soc. Bot. Fr., t. 103, pp. 254-260, 2 pl. photo.

VAN CAMPO M., GUINET Ph., COHEN J. et DUTIL P.

- (1966) Nouvelle flore pollinique des alluvions pléistocènes d'un bassin versant Sud du Hoggar. C.R. Acad. Sc. t. 263, pp. 487-490.
- (1967) Contribution à l'étude du peuplement végétal quaternaire des montagnes sahariennes. III. Flore de l'oued Outoul (Hoggar). Pollen et Spores, IX, n° 1, pp. 107-120.

VAN CAMPO M., GUINET Ph., COHEN J.

- (1968) Fossil pollen from Late Tertiary and Middle Pleistocene Deposits of the Kurkur Oasis. Appendix I, pp. 515-520, in "Desert and River in Nubia", by K.W. BUTZER and C.L. HANSEN, The University of Wisconsin Press, London.

VAN STEENIS C.G.G.J.

- (1962) The land bridge theory in botany, Rev. Blumea, vol. XI, n° 2, Leed, Holland.

VAN WIJK G.

- (1911) A dictionary of Plant Names, Dutch. Soc. of Sci. The Hague Martinus Nijhoff., 2 t, 144 p.

VAN ZINDEREN BAKKER E.H.

- (1953-1959) South african pollen grains and spores, A.A. Balkema. Amsterdam and Cape Town, part. I, II, III, 200 p., 47 pl., 231 fig.

VILLAR E.H. Del

- (1938) Les Quercus de l'herbier d'Alger (Madrid).

VISHNU-MITRE et SHARMA B.D.

- (1962) Studies of Indian pollen grains. I. Leguminosae. Pollen et Spores, IV, 1, pp. 5-45, 5 pl., tabl.

WHITEHEAD R.D.

- (1963-1965) Pollen morphology in the Juglandaceae. Journ. Arnold Arboretum, vol. 44, pp. 101-110, vol. 46, pp. 369-410.

WILLIS J.C.

- (1966) A dictionary of flowering plants and ferns (Seventh ed.). Cambridge University Press, 1214 + Liif p.

WISSMANN H. von

- (1948) Pflanzen klimatische Grenzen der Warmen Tropen.
Erdkunden, II, Lief. 1/3, pp. 81-92, 1 pl., 2 cartes.

WODEHOUSE R.P.

- (1959) Pollen grains. Hafner publishing Co. New-York, 574 p.,
123 fig., 14 pl.

ZOHARY M.

- (1962) Plant life of Palestine, Israel and Jordan. The Ronald
press company, New-York, 262.p., 70 fig., 3 cartes.

ZOLOTAREVSKY B. et MURAT M.

- (1938) Divisions naturelles du Sahara et sa limite méridionale.
In "La vie dans la région désertique nord-tropicale de
l'Ancien Monde". Mém. Soc. Biogéogr., t. VI, pp. 335-350.

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

FIGURES

Figures dans le texte :

Fig. 1. Limites géographiques de la région étudiée au Sahara nord-occidental	XIII
2. Situation de certains lieux ou unités géographiques cités dans le texte, débordant le cadre de la région étudiée dans ce mémoire.	XIV
3. Coupe schématique à travers les formations néogènes et quaternaires dans la vallée de l'oued Saoura	XVII
4. Direction des vents prédominants, quelles que soient leurs forces, en janvier et en juillet, à 13 heures T.U.	7
5. Carte pluviométrique de l'Afrique du Nord et du Sahara	13
6. Position relative des différentes régions floristiques du Sahara	29
7. Les grandes subdivisions phytogéographiques du Sahara	29
8. Relation entre le nombre d'espèces vasculaires et la superficie du territoire considéré, pour divers pays européens ou méditerranéens et sahariens	41
9. Situation schématique, en Afrique du Nord, des principaux reliefs, djebels ou secteurs géographiques cités, dans le chapitre IV notamment	77
10. Symétrie et forme des pollens	161
11. Définition du pollen en fonction de la forme de ses apertures	165
12. Ornementation et structure de l'exine	169
13. Schématisation, au niveau de la coupe optique, de la couche alvéolaire des ballonnets chez les pollens de trois espèces du genre <i>Pinus</i> , étudiées dans le texte.	179
14. Variation de la longueur de l'axe polaire chez les pollens d' <i>Ephedra alata</i> ssp. <i>alenda</i> et <i>Ephedra altissima</i> var. <i>algerica</i> .	197

Fig. 15. Mise en évidence de quelques caractères morphologiques étudiés chez des pollens d'espèces du genre <i>Ephedra</i> ,	199
16. Carte de situation des prélèvements étudiés.	289
17. Coupe dans les formations néogènes hamadiennes à Béni-Abbès, sur la rive droite de la Saoura.	299
18. Coupe dans les formations néogènes en bordure du Djebel Jabroun.	317
19. Coupe dans les formations néogènes de la Sebkh el Mellah.	333
20. Coupe dans les formations d'âge aïdien du "golfe de Mazzer", à proximité du "lieu-dit" Hassi Ali bel Hadj el Aïd.	405
21. Coupe théorique montrant la situation relative des différentes coupes dans les formations aïdiennes de Mekitla .	427
22. Situation des prélèvements effectués dans les coupes C et D à Mekitla.	429
23. Situation des prélèvements effectués dans les coupes E et F à Mekitla.	431
24. Coupe théorique montrant l'emplacement des prélèvements effectués dans les formations néogènes et quaternaires (Aïdien et Mazzérien) du Fom Marouga.	451
25. Coupe dans les formations mazzériennes recouvrant les sables grésifiés d'âge aïdien à proximité de l'oasis de Mazzer.	477
26. Coupe à travers le "rokna" de Tamtert.	501
27. Coupe théorique dans les formations mazzériennes d'El Gouira.	513
28. Coupe dans les formations d'âge mazzérien, non loin du puits d'Hassi Manda, en bordure de la Hamada de la Daoura et de l'Erg er Raoui (région de Tabelbala)	529
29. Coupe dans la terrasse de l'oued Farès (Mont d'Ougarta), montrant les formations "versicolores" ougartiennes (Quaternaire moyen), surmontées des sables saouriens (Quaternaire récent).	559

Fig. 30. Coupe dans les formations d'âge ougartien sur la rive droite de l'oued Ali.	579
31 et 32. Répartition des prélèvements effectués dans les formations saouriennes de la terrasse d'El Ouata (Vallée de la Saoura).	515 519
33. Analyse pollinique des formations guiriennes au sommet de la "Butte Catherine" (Monts d'Ougarta).	

TABLEAUX

Tab. I. Comparaison de deux spectres biologiques, caractérisant des associations végétales très différentes, parmi celles définies par P. QUEZEL pour le Sahara nord-occidental.	47
II. Application de la méthode du "classement générique", en différentes régions du Sahara : sont classés, dans l'ordre décroissant du nombre de leurs représentants, les genres comptant au moins cinq espèces, dans l'un quelconque des domaines sahariens.	52
III. Analyse comparative de la microflore pollinique contenue dans trois échantillons issus de prélèvements très voisins effectués dans le niveau du "rhassoul", intercalé dans la série stratigraphique aïdienne de Mazzer.	267
IV. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes de la Hamada du Guir à proximité de Béni-Abbès.	303
V. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes en bordure du Djebel Jabroun.	321
VI. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes de la Sebkha el Mellah (entre Mekitla et le col de Kerzaz).	337
VII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes de l'oued Trick.	349
VIII. Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations néogènes du Foug Marouga.	359

Tab. IX.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge aïdien, à proximité d'Hassi Ali Bel Hadj el Aïd, dans le "golfe de Mazzer".	407
X.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations sauleuses aïdiennes à Mekitla, au Sud des Monts d'Ougarta.	435
XI.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations aïdiennes au Fom Marouga.	455
XII.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations mazzériennes fluviatiles à Mazzer (Vallée de la Saoura).	481
XIII.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations fluvio-lacustres mazzériennes sédimentées dans le "rokna" de Tamtert.	505
XIV.	Composition de la flore pollinique déterminée dans le banc gréso-calcaire marquant la fin de la sédimentation mazzérienne à El Gouira (piedmont d'Ougarta).	517
XV.	Composition de la flore pollinique déterminée dans le ciment du conglomérat mazzérien du Fom Marouga.	523
XVI.	Composition de la flore pollinique déterminée dans des formations d'âge mazzérien, reconnues non loin du puits d'Hassi Manda, sur la bordure occidentale de l'Erg er Raoui.	531
XVII.	Composition de la flore pollinique déterminée dans un échantillon d'un sédiment d'âge taourirtien, issu de la "couche T" de l'oued Trick.	551
XVIII.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations "versicolores" fluviatiles d'âge ougartien, étudiées dans l'oued Farès (Monts d'Ougarta.	561
XIX.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge ougartien, étudiées sur la rive droite de l'oued Ali dans les Monts d'Ougarta.	583

Tab. XX.	Composition de la flore pollinique déterminée en des échantillons des trois horizons du niveau ligniteux reconnu à Bou Hadid, à la partie inférieure de la terrasse saourienne (Vallée de la Saoura).	607
XXI.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations saouriennes de la terrasse de la Saoura, sur sa rive droite, en aval de l'oasis d'El Ouata.	621
XXII.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations saouriennes de la terrasse de l'oued Farès, sur sa rive droite (Monts d'Ougarta).	647
XXIII.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations guiriennes de la "Butte Catherine" (Kheneg et Tlaïa - Monts d'Ougarta).	667
XXIV.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge guirien du site néolithique de Zmeïmet Barka, fouillé par J. MATEU.	
XXV.	Composition de la flore pollinique déterminée dans les formations d'âge guirien du puits d'Hassi Manda (bordure occidentale de l'Erg er Raoui).	685
XXVI.	Composition de la flore pollinique déterminée dans la couche archéologique du site néolithique fouillé par J. MATEU, à Hassi Manda (bordure occidentale de l'Erg er Raoui).	691
XXVII.	Tableau récapitulatif, destiné à donner une image schématique de l'importance relative des divers groupes d'éléments représentés par leurs pollens.	727

TABLE DES PLANCHES HORS-TEXTE

- Planche I. Fig. 1. En amont de Béni-Abbès, en bordure du Grand Erg Occidental, aspect familier du faciès à *Aristida*.
- Fig. 2. Buisson d'*Ephedra alata* dans le lit sablonneux d'un oued sec (hauteur : 1 m environ).
- II. Fig. 1. Un aspect de la pseudo-steppe à *Anabasis arctioides*, groupement caractéristique des Hamadas du Sud-Marocain.
- Fig. 2. Une "daya" sur la Hamada de la Daoura.
- III. Fig. 1. Aspect caractéristique de la pseudo-steppe arborée à "*Acacia-Panicum*", dans les Monts d'Ougarta.
- Fig. 2. Au Fom Tlaïa, massif de "*Tamarix articulata*".
- IV. Fig. 1. Un point d'eau permanent dans les Monts d'Ougarta (Kheneg el Aatène).
- Fig. 2. Peuplement d'arganiers dans le Sud-marocain.
- V. Fig. 1. Vue prise depuis le sommet de la grande dune de Béni-Abbès, montrant l'extension des formations néogènes de la Hamada du Guir.
- Fig. 2. A proximité de Béni-Abbès, vers la base de la falaise hamadienne, zone pédologique altérée en boules : un fragment de pollen de Conifère a été reconnu dans un échantillon de ce niveau, qui laisse présumer de la représentation du genre *Podocarpus*.
- Fig. 3. Formations néogènes relictuelles en bordure du djebel Jabroun.
- VI. Fig. 1. Coupe dans les formations néogènes de la Sebka el Mellah.
- Fig. 2. Coupe dans la terrasse de l'oued Trick, sur sa rive droite.
- Fig. 3. Coupe dans les formations villafranchiennes du Fom Marouga.

- Planche VII. Fig. 1. Coupe dans les formations d'âge aïdien à proximité de Mazzer.
- Fig. 2. El Gouira : buttes-témoin de formations d'âge quaternaire ancien.
- VIII. Fig. 1. En amont de l'oasis de Mazzer, buttes relictuelles des formations mazzériennes.
- Fig. 2. Coupe dans les formations ougartiennes constituant la terrasse de l'oued Ali (Monts d'Ougarta).
- IX. Fig. 1. La terrasse saourienne en aval de l'oasis d'El Ouata.
- Fig. 2. A l'aval de l'oued Farès (Monts d'Ougarta), les sables saouriens surmontent les formations "versicolores" ougartiennes.
- X. Fig. 1. La "Butte Catherine", au confluent de l'oued Lacba et de l'oued el Abiod (Kheneg et Tlaïa-Monts d'Ougarta).
- Fig. 2. Formations guiriennes relictuelles à proximité du puits d'Hassi Manda (bordure occidentale de l'Erg er Raoui).
- XI. Pollens fossiles rencontrés dans les formations néogènes de Béni-Abbès et de la Sebka el Mellah.
- XII. Pollens des Conifères bi-ailés rencontrés dans les formations néogènes de l'oued Trick.
- XIII. Pollens fossiles rencontrés dans les formations néogènes de l'oued Trick.
- XIV. Pollens fossiles rencontrés dans les formations néogènes en bordure du djebel Jabroun.
- XV. Pollens fossiles rencontrés dans les formations néogènes du Djebel Jabroun, du Foum Marouga et dans les formations aïdiennes du Foum Marouga.
- XVI. Pollens fossiles rencontrés dans les formations d'âge aïdien de Mekitle.

- Planche XVII. Pollens fossiles rencontrés dans les formations d'âge aïdien de Mekitla et dans la "couche T", d'âge Taourirtien de l'oued Trick.
- XVIII. Pollens fossiles rencontrés dans les formations d'âge mazzérien d'El Gouira.
- XIX. Pollens fossiles rencontrés dans les formations d'âge mazzérien du Foum Marouga, de Mazzer et du Foum Tamtert.
- XX. Pollens fossiles rencontrés dans les formations d'âge saourien de la terrasse d'El Ouata.
- XXI. Pollens fossiles rencontrés dans les formations d'âge et d'origine divers.
- XXII. Diatomées identifiées dans les sédiments de la terrasse saourienne d'El Ouata.
- XXIII. Diatomées identifiées dans les sédiments de la terrasse saourienne d'El Ouata et dans les dépôts guiriens d'Hassi Manda.

TABLE DES MATIERES

	Page
AVANT PROPOS	III
INTRODUCTION	XI
SIGNIFICATION DES NOMS LOCAUX UTILISES DANS LE TEXTE	XX

P R E M I E R E P A R T I E

ENVIRONNEMENT ACTUEL

SYNTHESE DES TRAVAUX EFFECTUES EN PALYNOLOGIE SAHARIENNE

CHAPITRE I - LIMITES DU SAHARA ET CONTEXTE CLIMATIQUE ACTUEL	1
I - Les limites du Sahara	2
1. Les précipitations	2
2. Les plantes indicatrices	3
II - Les grands traits de la climatologie saharienne	5
1. Les phénomènes thermiques	5
2. Les courants aériens	6
3. Les précipitations	11
4. L'humidité atmosphérique	17
III - Facteurs climatiques caractérisant plus particulièrement la région étudiée	17
1. La pluviosité	18
2. Le régime thermique	18
IV - Conclusion	
CHAPITRE II - LE SAHARA DANS LE MONDE VEGETAL ACTUEL : POINT DE VUE PHYTOGEOGRAPHIQUE	20
I - Définition des termes principaux de la nomenclature utilisée par les phytogéographes	20
1. Notion d'"Empire floral"	20
2. Notion de "Région phytogéographique"	21
3. Notion d'"Elément phytogéographique"	22
4. Mise en évidence de la complexité que recouvrent ces notions	23

II - La région saharo-sindienne	25
1. Situation géographique de la région saharo-sindienne (<i>sensu lato</i>) dans le monde mésogéen	25
2. Le Sahara, désert nord-africain au sein de la Région Saharo-sindienne : problème de son appartenance aux empires " <i>Holarctis</i> " et <i>Palaeotropis</i>	27
III - Conclusion	35
CHAPITRE III - FLORE ET VEGETATION SAHARIENNES ACTUELLES : GENERALITES	
GROUPEMENTS VEGETAUX DEFINIS DANS LA REGION DE BENI-ABBES.	
A - ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE	36
B - FLORE ET VEGETATION SAHARIENNES : CARACTERES, COMPOSITION	39
I - La flore cryptogamique	39
II - La flore phanérogamique	40
1. Caractères de la flore phanérogamique	40
2. Types biologiques	45
3. Eléments phytogéographiques	
4. Composition systématique : aperçu général	49
C - FLORE ET VEGETATION DE LA REGION DE BENI-ABBES	54
1. Groupements d'ergs ou de sols ensablés	55
2. Groupements de Hamada	59
3. Groupement de reg caillouteux	61
4. Groupement des pentes rocheuses, des falaises, des éboulis	61
5. Groupements des lits d'oueds	63
D - LES MARGES SAHARIENNES	
1. La marge septentrionale du Sahara	69
2. Le problème de la marge sub-désertique méridionale au Sahara	70
3. La bordure atlasique du Sahara	70
4. Les hautes montagnes sahariennes	70
E - CONCLUSION	

CHAPITRE IV - LA VEGETATION FORESTIERE ACTUELLE EN AFRIQUE DU NORD	73
A - GROUPE DES MASSIFS MONTAGNEUX LES PLUS VOISINS DU TERRITOIRE SAHARIEN ETUDIE	75
I - Végétation à l'extrémité orientale du Grand-Atlas, dans le massif de l'Ari Ayachi, traversé dans sa partie méridionale par les Gorges de l'oued Guir	75
II - Végétation des montagnes de l'Atlas saharien occidental et de la vallée du Haut Guir	81
III - Végétation des montagnes du Sud-Oranais	84
B - PROLONGEMENT OCCIDENTAL DU GROUPE DES MASSIFS LES PLUS VOISINS DU TERRITOIRE SAHARIEN ETUDIE	88
I - Relevés effectués dans le Grand-Atlas	88
1. Végétation des massifs du Mgoun et du Ghât	88
2. Végétation dans la vallée de l'Ourika	89
3. Végétation dans le massif des Seksaoua	91
II - L'Anti-Atlas et le Djebel Sagho	92
1. Végétation de l'Anti-Atlas	92
2. Végétation du Djebel Sagho	93
III - Végétation forestière dans le Moyen-Atlas et brève incursion dans le Rif	94
C - PROLONGEMENT ORIENTAL DU GROUPE DES MASSIFS LES PLUS VOISINS DU TERRITOIRE SAHARIEN ETUDIE : L'ALGERIE ET SA VEGETATION FORESTIERE	97
D - CONCLUSIONS	
I - Les traits essentiels de la végétation forestière dans l'ensemble des chaînes de l'Atlas	101
II - Aperçu des étages de végétation, tels que L. EMBERGER les définit en région méditerranéenne, en Afrique du Nord notamment	105

CHAPITRE V - SYNTHÈSE DES TRAVAUX EFFECTUÉS EN PALYNOLOGIE SAHARIENNE	109
A - AU SAHARA CENTRAL ET MERIDIONAL	109
I - Recherches palynologiques de A. PONS, P. QUEZEL et C. MARTINEZ	109
II - Recherches palynologiques de M. VAN CAMPO, Ph. GUINET et leurs collaborateurs au Sahara Central	118
III - Etude palynologique de sédiments de remplissage d'abris néolithiques au Tassili n'Ajjer, par F. BEUCHER	126
B - AU SAHARA SEPTENTRIONAL : Etude palynologique des alluvions quaternaires de la daya M'Rara, par C. MARTINEZ et P. QUEZEL	129
C - AU SAHARA NORD-OCCIDENTAL	130
D - EN TUNISIE PRE-SAHARIENNE	130

DEUXIÈME PARTIE

METHODOLOGIE

CHAPITRE VI - PRELEVEMENT ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS ANALYSES	134
I - Prélèvement des échantillons	134
1. Origine et nature pétrographique des sédiments étudiés	134
2. Prélèvement et conservation des échantillons	136
II - Traitement des échantillons et examen microscopique de la fraction résiduelle	137
1. Conditions matérielles dans lesquelles ont été opérées les préparations	137
2. Techniques expérimentées	138
3. Processus adopté pour le traitement des échantillons	140
4. Examen microscopique de la fraction résiduelle	142

CHAPITRE VII - FAMILLES, GENRES OU ESPECES REPRESENTES PAR LEURS POLLENS DANS LES SEDIMENTS ETUDIES ; LEUR CLASSEMENT PHYTOGEOGRAPHIQUE	145
I - Familles, genres ou espèces, représentés par leurs pollens dans l'ensemble de cette étude.	146
II - Sens donné au concept "élément" et classification adoptée	151
CHAPITRE VIII - QUELQUES DONNEES DE MORPHOLOGIE POLLINIQUE POUR PERMETTRE UNE MEILLEURE COMPREHENSION DE LA TERMINOLOGIE UTILISEE DANS LES ANALYSES	156
1. Généralités	156
2. Symétrie et forme des pollens	158
3. Les zones germinales ou apertures	163
4. L'exine	167
CHAPITRE IX - DETERMINATIONS POLLINIQUES PRELIMINAIRES A L'ETUDE DES SEDIMENTS	173
I - Les pollens du genre <i>Pinus</i>	175
II - Les pollens de la famille des Cupressacées	189
III - Les pollens du genre <i>Quercus</i>	190
IV - Les pollens du genre <i>Ephedra</i>	192
V - Les pollens de la famille des Chénopodiacées	208
VI - Les pollens de la famille des Composées (excepté le genre <i>Artemisia</i>)	213
VII - Les pollens du genre <i>Artemisia</i> (Composée)	217
VIII - Les pollens de la famille des Graminées	225
IX - Les pollens de la famille des Crucifères	227
X - Les pollens du genre <i>Plantago</i>	228
XI - Les pollens de la famille des Ombellifères	228
XII - Les pollens de la famille des Cyperacées	229
XIII - Les pollens du genre <i>Acacia</i>	230
XIV - Conclusion	232

CHAPITRE X - REFLEXIONS CRITIQUES PRELIMINAIRES A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE STRATIGRAPHIQUE	234
A - EXAMEN CRITIQUE D'ANALYSES DE SEDIMENTS QUATERNAIRES	235
I - Le ciment du conglomérat d'âge aïdien (Quaternaire ancien) du Fom Marouga	236
II - Le niveau calcareo-sableux à Diatomées auquel correspond le prélèvement 9, effectué dans la série stratigraphique d'âge saourien de la terrasse d'El Ouata (Quaternaire récent)	261
III - Le niveau essentiellement calcaire dénommé "rhassoul", intercalé dans les formations aïdiennes du golfe de Mazzer	264
B - EXAMEN CRITIQUE D'ANALYSES DE SEDIMENTS ACTUELS	270
I - Analyse pollinique d'un échantillon de boue actuelle, prélevé dans le lit mineur de la Saoura	270
II - Analyse pollinique d'un prélèvement de poussière atmosphérique piégée à proximité de Béni-Abbès	277
C - CONCLUSION	283

TROISIEME PARTIE

ETUDE PALYNOLOGIQUE STRATIGRAPHIQUE	287
CHAPITRE XI - LES FORMATIONS NEOGENES	290
A - INTRODUCTION GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE A L'ETUDE DES FORMATIONS NEOGENES	290
I - Situation géographique	290
II - Données stratigraphiques et sédimentologiques	291
1. Bref rappel des événements géologiques secondaires précédant le Tertiaire dans cette région	291
2. Connaissances acquises des formations néogènes de la Hamada du Guir et de leurs relations avec les dépôts tertiaires antérieurs	292

3. La "torba" et les dalles hamadiennes : caractères pétrographiques et mode de sédimentation	295
4. Conclusion et limites paléogéographiques des formations néogènes	297
III - Localisation des coupes étudiées	297
B - LES FORMATIONS NEOGENES A BENI-ABBES	298
I - Composition de la flore pollinique	298
II - Discussion des résultats de l'analyse	309
C - LES FORMATIONS NEOGENES EN BORDURE DU DJEBEL JABROUN	316
I - Composition de la flore pollinique	319
II - Discussion des résultats de l'analyse	329
D - LES FORMATIONS NEOGENES DE LA SEBKHA EL MELLAH	331
I - Composition de la flore pollinique	335
II - Discussion des résultats de l'analyse	344
E - LES FORMATIONS NEOGENES DE L'OUED TRICK	347
I - Composition de la flore pollinique	347
II - Discussion des résultats de l'analyse	355
F - LES FORMATIONS NEOGENES DU FOUM MAROUGA	357
I - Composition de la flore pollinique	357
II - Discussion des résultats de l'analyse	362
G - VUE D'ENSEMBLE DE LA COMPOSITION DE LA MICROFLORE POLLINIQUE DETERMINEE DANS LES FORMATIONS NEOGENES ENVISAGEES. ESSAI D'INTERPRETATION	363
I - Point de vue chronologique	364
1. Béni-Abbès	365
2. Le Djebel Jabroun	366
3. L'oued Trick	366
4. Le Fom Marouga	367
5. La Sebkha el Mellah	367

II - Point de vue botanique	373
1. Les éléments d'origines diverses entrant dans la composition de la microflore	373
2. Essai d'interprétation de la composition de la précédente microflore	382
III - Contexte paléogéographique et paléofloristique dans lequel se situent les résultats de cette étude	387
H. CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS NEOGENES	393
CHAPITRE XII - LE QUATERNAIRE ANCIEN (VILLAFRANCHIEN)	401
<i>FORMATIONS SEDIMENTEES A L'AIDIEN</i>	
<i>(VILLAFRANCHIEN INFERIEUR)</i>	
A - Introduction à l'étude des formations d'âge aïdien	402
I - Extension géographique et faciès sédimentaires	402
B - FORMATIONS EN NAPPES DU COURS SEPTENTRIONAL DE LA SAOURA : LES GRANDES BUTTES DU "GOLFE DE MAZZER"	404
I - Composition de la flore pollinique	408
<u>Réflexions que suggère la composition globale de la microflore</u>	408
1. Point de vue quantitatif	408
2. Point de vue qualitatif	411
3. Incompatibilité évidente entre certaines catégories d'éléments précédemment évoqués	417
<u>Essai d'interprétation des résultats palynologiques situés dans le contexte stratigraphique et géographique.</u>	418
II - Conclusions	423
C - EPANDAGES EN NAPPES AU SUD DES MONTS D'OUGARTA : LES FORMATIONS SABLEUSES AIDIENNES DE MEKITLA	425
I - Composition de la flore pollinique	433
II - Essai de compréhension de la composition de la microflore	445

D - FORMATIONS AIDIENNES DU FOUM MAROUGA	453
LE CONGLOMERAT INFERIEUR	453
I - Microflore pollinique déterminée dans le ciment du conglomérat inférieur	453
II - Discussion des résultats de l'analyse	458
LA COUCHE CALCAREO-SABLEUSE SURMONTANT LE CONGLOMERAT	461
LE NIVEAU BRUN-ROUGE A NODULES	461
I - Microflore pollinique déterminée dans la fraction fine du sédiment brun-rouge	462
II - Discussion des résultats de l'analyse	463
E - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS AIDIENNES	467
 <i>FORMATIONS SEDIMENTEES AU MAZZERIEN</i> <i>(VILLAFRANCHIEN SUPERIEUR)</i>	
A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE MAZZERIEN	471
I - Extension géographique et faciès sédimentaires	471
II - Localisation des prélèvements	474
B - LES FORMATIONS MAZZERIENNES FLUVIATILES A MAZZER	475
LE CONGLOMERAT INFERIEUR ET LE NIVEAU SABLEUX SOUS-JACENT	476
I - Composition de la flore pollinique	479
II - Comment comprendre la composition de la microflore déterminée en 1 et 2	484
LE BANC GRESEUX INTERMEDIAIRE	487
LE CONGLOMERAT SUPERIEUR	488
CONCLUSIONS	492
1. Du point de vue floristique	492
2. Du point de vue paléoclimatique	495

C - FORMATIONS MAZZERIENNES FLUVIO-LACUSTRES SEDIMENTEES DANS LE "ROKNA" DE TAMTERT	498
D - FORMATIONS MAZZERIENNES D'EL GOUIRA (PIEDMONT D'OUGARTA)	512
E - LE CONGLOMERAT MAZZERIEN DU FOUM MAROUGA	522
I - Composition de la flore pollinique	522
II - Réflexions que suggère la composition de la flore pollinique	525
III - Conclusion	
F - FORMATIONS MAZZERIENNES FLUVIO-LACUSTRES, NON LOIN DU PUITS D'HASSI MANDA (SUR LA BORDURE OCCIDENTALE)	527
Composition de la flore pollinique - Essai d'interpré- tation	528
G - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS MAZZERIENNES	536
I - Point de vue floristique	537
II - Point de vue paléoclimatique	539
CHAPITRE XIII - LE QUATERNAIRE MOYEN	543
 <i>FORMATIONS SEDIMENTEES AU TAOURIRTIEN</i> <i>(PREMIERE PARTIE DU QUATERNAIRE MOYEN)</i>	
A - GENERALITES ET MISE AU POINT DELATIVE A L'INDIVIDUALITE DU CYCLE SEDIMENTAIRE TAOURIRTIEN	544
1. Caractères des dépôts taourirtiens	545
2. Les formations d'âge taourirtien se différencient des dépôts d'âge mazzérien	546
3. Les formations d'âge taourirtien se différencient des dépôts d'âge ougartien	547
4. Localisation des prélèvements	546
B - LA GARA TAOURIRT	548
C - LE MEKSEM EL HARTANI	548

D - LA "COUCHE T" DE L'OUED TRICK	550
<i>FORMATIONS SEDIMENTEES A L'UGARTIEN</i>	
<i>(SECONDE PARTIE DU QUATERNAIRE MOYEN)</i>	
A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE UGARTIEN	555
I - Extension géographique et faciès sédimentaires	555
II - Localisation des prélèvements	557
B - FORMATIONS "VERSICOLORES" FLUVIATILES DE L'OUED FARES	558
I - Composition de la flore pollinique dans l'ensemble des formations "versicolores"	559
II - Essai de compréhension à la lumière du contexte géologique	567
III - Flore pollinique présente en chacun des niveaux Vi, Vm, Vs : Essai d'interprétation	569
1. Le conglomérat "Vi"	570
2. Le conglomérat "Vm"	583
3. Le conglomérat "Vs"	575
IV - Conclusions	575
C - FORMATIONS UGARTIENNES DE L'OUED ALI	577
I - Composition de la flore pollinique dans l'ensemble des formations ougartiennes	578
II - Essai d'interprétation	585
1. Le niveau à galets "versicolores" "Vi"	586
2. Le niveau sableux "Vi-m"	586
3. Le niveau "Vm"	587
4. Le niveau "Vs"	587
5. L'Ougartien final p.p.	588
III - Conclusions	591

D - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS OUGARTIENNES	592
1. Du point de vue floristique	594
2. Du point de vue climatique	595

CHAPITRE XIV - LE QUATERNAIRE RECENT	599
--------------------------------------	-----

FORMATIONS SEDIMENTEES AU SAOURIEN
(PREMIERE PARTIE DU QUATERNAIRE RECENT)

A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE SAOURIEN	601
I - Extension géographique et faciès sédimentaires	601
II - Localisation des prélèvements	602
B - LE NIVEAU LIGNITEUX DE BOU HADID (VALLEE DE LA SAOURA)	604
I - Composition de la flore pollinique	605
II - Essai d'interprétation	609
III - Conclusions	611
C - LA TERRASSE SAOURIENNE EN AVAL DE L'OASIS D'EL OUATA (VALLEE DE LA SAOURA)	613
I - Composition de la flore pollinique	614
II - Essai de compréhension de la composition des microflores et des différences observées parallèlement aux dérangements de faciès	636
1. Quant aux épisodes lacustres	637
2. Quant aux formations sableuses ou sablo-gréseuses	639
III - Conclusions	641
D - LA TERRASSE SAOURIENNE SUR LA RIVE DROITE DE L'OUED FARES (MONTES D'OUGARTA)	643
I - Composition de la flore pollinique	644
II - Essai d'interprétation et conclusion	651

E - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS SAOURIENNES	655
<i>FORMATIONS SEDIMENTEES AU GUIRIEN</i>	
(SECONDE PARTIE DU QUATERNAIRE RECENT)	658
A - INTRODUCTION A L'ETUDE DES FORMATIONS D'AGE GUIRIEN	658
I - Extension géographique et faciès sédimentaire	658
II - Localisation des prélèvements	659
B - FORMATIONS GUIRIENNES DE LA "BUTTE CATHERINE"	661
I - Composition de la flore pollinique	665
II - Le contexte climatique que suggèrent ces observations	671
C - FORMATIONS GUIRIENNES à ZMEILET BARKA	674
I - Composition de la flore pollinique	675
II - Essai de compréhension de la composition de microflores analysées	676
D - FORMATIONS D'AGE GUIRIEN A HASSI MANDA (BORDURE OCCIDENTALE DE L'ERG ER RAQUI)	682
I - Composition de la flore pollinique	683
II - Interprétation et conclusion	684
E - LE SITE NEOLITHIQUE D'HASSI MANDA (EN BORDURE DE L'ERG ER RAQUI)	688
Composition et signification de la flore pollinique	689
F - CONCLUSIONS A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DES FORMATIONS GUIRIENNES	696

CONCLUSIONS GENERALES	701
I - POINT DE VUE FLORISTIQUE ET PHYTOGEOGRAPHIQUE	705
II - POINT DE VUE CHRONOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE	712
III - REFLEXIONS DIVERSES ET POINTS FONDAMENTAUX DE CES CONCLUSIONS	727
BIBLIOGRAPHIE	737
TABLE DES FIGURES	775
TABLE DES TABLEAUX	777
PLANCHES HORS-TEXTE	780
TABLE DES MATIERES	783

